Compendio de métodos antropológico forenses

para la reconstrucción del perfíl osteo-biológico

Udo Krenzer

COMPENDIO DE MÉTODOS ANTROPOLÓGICO FORENSES

PARA LA RECONSTRUCCIÓN DEL PERFIL OSTEO-BIOLÓGICO

Udo Krenzer

Tomo I

OSTEOMETRÍA

CAFCA
CENTRO DE ANALISIS FORENSE Y CIENCIAS APLICADAS

1
Serie de Antropología Forense

Compendio de métodos antropológico forenses para la reconstrucción del perfil osteo-biológico

Udo Krenzer

Tomo I
Osteometría

Guatemala
2006

Elaborado por: Udo Krenzer
Centro de Análisis Forense y Ciencias Aplicadas
CAFCA
2 calle 6-77, zona 1
Ciudad, Guatemala
Teléfono: (502) 2253-2080
http://www.cafcaguatemala.org

Financiado por: DED y EED

Diseño de portada: Rafael Molina

Diagramación interiores: CIBER NEGOCIOS Guatemala
Teléfonos: (502) 2450-4889 (502) 2256-1276
E-mail: ventas@cibernegociosguatemala.com

Primera edición 2006
Serie de Antropología Forense
Tomo 1

ISBN: 99922-859-1-5

Compendio de métodos antropológico forenses para la reconstrucción del perfil osteo-biológico

Tomo I

Osteometría

Contenido

	Prólogo	ii
1.	Osteometría	1
1.1.	Introducción	1
1.2.	Puntos craneométricos	2
1.3.	Mediciones craneales	5
1.3.1.	Mediciones mandibulares	8
1.4.	Mediciones poscraneales	9
1.5.	Índices craneales	18
1.6.	Catálogo de mediciones óseas	20
	Bibliografía	22

Prólogo

La idea de redactar este compendio de métodos técnicos de la antropología forense se derivó de los cursos de capacitación efectuados dentro del equipo de antropología forense de la Asociación Centro de Análisis Forense y Ciencias Aplicadas (CAFCA), que iniciaron en el año 2002. El reto era realizar una compilación de carácter práctico, que sirva para los investigadores de la misma institución de manera adecuada y adaptada a las necesidades y posibilidades en cuanto al equipo técnico. Dado que publicaciones de la antropología forense en castellano son escasas, se trata de trasladar las informaciones existentes sobre los estándares establecidos en el marco de la antropología forense. Como orientación principal se emplearon los libros de texto de antropología forense de los autores Krogman & Iscan (1986), Stewart (1979), Rathburn & Buikstra (eds 1984), Reichs (ed 1986, 1998), Rodríguez Cuenca (1994, 2004), Leopold (ed 1998), Burns (1999) y Byers (2001). En el margen de la osteología y metodología se utilizó en primera línea como orientación las publicaciones de Brothwell (1987), Herrmann et al. (1990), Moore-Jansen et al. (1989), Buikstra & Ubelaker (ed 1994), Bass (1995), Ubelaker (1999), Steele & Bramblett (2000) y White (2000).

En el contexto de Guatemala, el tema de la antropología forense sigue siendo fundamental e importante para la sociedad, debido a las consecuencias del conflicto armado interno, que terminó con la firma de los Acuerdos de Paz en el año 1996. Y son los mismos actores de la población civil - en su mayoría indígenas - que exigen conocer la verdad sobre las violaciones de los Derechos Humanos y hechos de violencia ocurridos durante los treinta y seis años del conflicto. Por eso, hoy en día trabajan tres equipos de antropología forense en el contexto del esclarecimiento histórico mediante exhumaciones, para aportar a la búsqueda de la verdad y justicia en el país.

Sobre el compendio: retomando el texto presente, se eligió para su publicación el formato de enciclopedia, compuesta por ocho tomos, a saber: el primer tomo trata la osteometría del cráneo y poscráneo, incluyendo calculaciones de índices; el segundo los métodos para la determinación del sexo con base en los huesos craneales y de la pelvis; el tercero los procedimientos para la estimación de la edad en adultos, enfocando en las partes esqueletales a través de métodos macroscópicos; el cuarto aborda el mismo tema como el tercero, pero para individuos subadultos, plasmando esquemas de la formación y erupción dental, el desarrollo óseo y las mediciones correspondientes; el quinto contiene métodos para la determinación de características individualizantes como la lateralidad, estatura, peso, la filiación ancestral y características epigenéticas, fundamentado en métodos morfognósticos; el sexto la antropología dental con declaraciones sobre la morfología, variantes dentales y su aplicación en el contexto forense; el séptimo los cambios posmortem con aspectos de la tafonomía y el análisis de restos quemados; y finalmente, el octavo tomo tematiza la sistematización de traumas y patologías – siempre tratando enfocar en referencias de poblaciones esqueletales más cercanas a la guatemalteca e incluyendo las experiencias hechas en cuanto a la aplicación de los métodos en el material óseo guatemalteco. Cada uno de los tomos contiene un registro bibliográfico con la literatura esencial así como las fuentes utilizadas.

El autor - consciente que todos los hechos humanos en absoluto son perfectos - asume evidentemente la responsabilidad de los errores en el manuscrito.

En este lugar deseo expresar mi merced a los integrantes del equipo de antropología forense de CAFCA, que han participado durante este proceso. Gracias a Eduardo Cajas, Francisco Castañeda, Donaldo Castillo, Erick García, Martina Kirchner, Varinia Matute, Erwin Melgar, Miguel Angel Morales, Estuardo Moreira, Juliana Padilla, Rony Piedrasanta y Ada Pinzón, y también al equipo de exhumaciones de la ODHAG por sus aportes solidarios y logísticos. Un agradecimiento especial a Lourdes Penados, que revisó el texto entero, añadió propuestas y efectuó un sinnúmero de cambios necesarios, a Ixchel García para la última extensa revisión, a Raúl Pedroza por su aporte técnico y a Lilian Salvador para llamar mil veces. Además doy las gracias a Jesús Hernández por sus aportes y posibilitar la impresión del texto, igual como Julio Valdez, así como a tod@s l@s demás amig@s, compañer@s y coleg@s de **CAFCA**.

El proyecto fue posible gracias al apoyo financiero del Servicio Alemán de Cooperación Social-Técnica en Guatemala (DED) y el Servicio de las Iglesias Evangélicas en Alemania para el Desarrollo (EED).

Udo Krenzer
Guatemala, julio 2005

1. Osteometría

1.1. Introducción

En el estudio y análisis de restos humanos esqueletizados se utiliza métodos homogenizados y estandarizados para la observación de características métricas y no-métricas con el fin de reconstruir parámetros demográficos, traumáticos y / o tafonómicos. Generalmente es la antropometría que analiza cuantitativamente el organismo humano, y ramas científicas específicas como la osteometría con subtemas de la craneometría, odontometría y las mediciones del poscráneo enfocan en las mediciones de los huesos o dientes, mientras la somatometría investiga el cuerpo como tal, ambas con fines de registrar la forma y el tamaño del hombre en su variabilidad cronológica y geográfica. La aplicación de métodos, mediciones e instrumentos homogenizados de la antropometría permite la cuantificación y la comparación de los resultados obtenidos de las investigaciones (ver Bräuer 1988, Martin 1928, Knussmann 1988, Schwartz 1995). Para garantizar estos estándares en la toma de medidas absolutas como distancias directas (anchura, altura, longitud, profundidad, diámetro, cuerda, circunferencia), volumen o áreas y mediciones relativas (como ángulos e índices) se emplean los siguientes ejes, planos, direcciones y normas (ver figura 1, tabla 1):

Tabla 1 Términos técnicos de la osteometría (comparar Bräuer 1988, White 2000)

eje	plano	dirección	vista
sagital	sagital	superior e inferior	frontal
vertical	coronal o frontal	anterior y posterior	lateral
transversal	transversal u horizontal	medial y lateral y median	occipital
	Francfort	distal y proximal	vertical
	medio sagital	craneal y caudal	basal

El inventario mínimo de los instrumentos antropológicos consiste en cinta métrica, compás, calibrador, tabla osteométrica, mandibulómetro, simómetro y un verificador para revisar la exactitud de las herramientas. De todas formas en procesos humanos no se evita errores que pueden resultar de la definición falsa, la medición falsa, los instrumentos falsos o no calibrados, la documentación falsa a leer, escribir o trasladar los datos, el error entre observadores así como el error dentro de las observaciones de un investigador.
Para controlar y arreglar dichos errores se evalúa la investigación a través de varios observadores, repetición de las mediciones, práctica y experiencia en el tema. Convencionalmente se acepta desviaciones de un milímetro (ver Bräuer 1988, Byers 2001). Al final, la osteometría brinda aportes en la descripción cuantitativa (índices) de tamaño y forma, en la comparación y sistematización del material cuantitativo (por ejemplo para la reconstrucción facial tridimensional), en la reconstrucción de la talla, en el sexamiento, en la determinación del patrón ancestral como en la estimación de la edad en niños, para mencionar los temas más importantes.

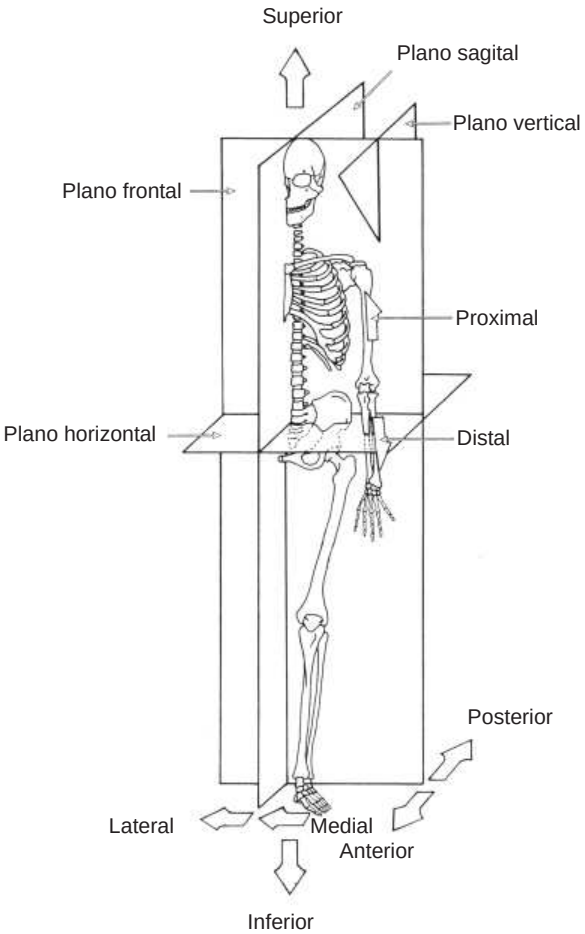


Fig. 1 Orientaciones principales del cuerpo humano (modificado, según Burns 1999)

1.2. Puntos craneométricos

En este apartado se encuentran las definiciones de los puntos craneales (inglés “landmarks”, ver figura 2). Las definiciones tienen su base en las descripciones por Bräuer 1988, Buikstra & Ubelaker 1994, Martin 1928, Moore-Jansen et al. 1989.

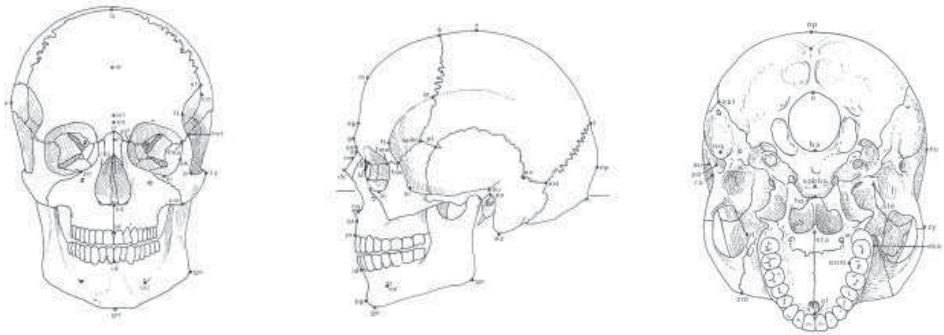


Fig. 2 Puntos craneales (por Bräuer 1988)

Alare (al) El punto más lateral en el borde anterior de la apertura nasal; debe marcarse en ambos lados en el plano transversal.

Alveolon (alv) El punto se localiza en el palatino donde se ubica una intersección del plano medio sagital con una línea entre los bordes más anteriores del proceso alveolar del maxilar.

Auriculare (au) Se sitúa en la raíz lateral del arco cigomático del temporal, en el punto más profundo de la curvatura.

Basion (ba) Punto del borde anterior del foramen magnum donde se cruza con el plano sagital medio. Se localiza directamente enfrente de la Opisthion. En caso de medidas de la altura del cráneo se usa el punto anterior inferior del borde (Hypobasion), en casos de medidas de la longitud se usa el punto más posterior (Endobasion).

Bregma (b) Punto ectocraneal de la intersección de las suturas coronal y sagital. Cuando la sutura coronal presenta irregularidades o se halla obliterada se continúa el curso a lápiz. Si se conforma una depresión en el lugar del bregma el punto se establece en el vacío a nivel de la superficie ósea.

Condylion lateral (cdl) El punto más lateral en los cóndilos mandibulares.

Dacryon (d) Punto en el borde medial de la órbita donde se ubica la intersección del frontal, maxilar y lacrimal. Generalmente, se localiza más profundo que el maxilofrontal. En los casos de buena preservación de la región orbital, el dacryon se ubica en la intersección de las suturas lacrimomaxilar, frontolacrimal y frontomaxilar, conformando un pequeño promontorio en la intersección de las suturas. En caso de rotura del lacrimal se reconstruye el curso de las suturas teniendo como base el promontorio de la cresta lacrimal.

Ectoconchion (ec) Punto más anterior del borde lateral de la órbita, donde un eje trazado desde el maxilofrontal paralelo al borde superior de la órbita la divide en dos mitades iguales.

Ectomolare (ecm) El punto más lateral en la superficie de la cresta alveolar del maxilar; generalmente se ubica en el borde del segundo molar maxilar.

Euryon (eu) Punto más lateral del cráneo. Suele localizarse en los parietales como también en las partes superiores de los temporales. Solamente se puede determinar instrumentalmente. Si la anchura máxima yace en la escama del temporal debe evitarse y desplazar el instrumento a la parte superior, sobre los parietales. También se deben evitar los arcos cigomáticos, las crestas supramastoideas y la región adyacente al meato auditivo externo.

Frontomalare temporal (fmt) El punto más lateral de la sutura frontocigomática (frontomalar).

Frontotemporale (ft) Yace en las líneas temporales en el lugar de mayor angostamiento en el frontal, directamente encima del proceso cigomático.

Glabela (g) El punto más pronunciado en proyección en el plano sagital medio del borde inferior del frontal, entre los arcos superciliares, arriba de la raíz nasal y la sutura frontonasal, en la posición del plano de Francfort. Cuando el cráneo está muy deformado este punto coincide con el nasion, metopion o supraorbitale.

Gnathion (gn) Punto más inferior en el borde inferior externo de la sínfisis mandibular, en el plano medio sagital. Con frecuencia cuando la mandíbula posee un mentón ancho y cuadrangular el punto gnathion no es el más inferior sino el más lateral.

Gonion (go) Punto en la mandíbula donde se encuentran el borde inferior del cuerpo y el posterior de la rama ascendente; es decir, constituye el punto en el ángulo mandibular más inferior, posterior y lateral. Si el ángulo mandibular no es pronunciado, ubique el hueso con el ángulo hacia arriba, de manera que los bordes posteriores izquierdo y derecho del cuerpo mandibular decline inferiormente en líneas horizontales. El gonion se ubica en la parte más superior de la curvatura. Cuando se mide la anchura bigoniáca se debe seleccionar la posición más lateral de los ángulos.

Infradentale (id) El punto de la intersección en el plano medio sagital entre los incisivos mandibulares con el borde anterior del proceso alveolar.

Lambda (l) Punto ectocranial de unión del occipital con los parietales. Se traza en la intersección de las suturas sagital y lambda. Al alterarse la conformación de las suturas por la presencia de huesos wormianos se continúa la dirección de las suturas y se establece su punto de convergencia.

Mastoidale (ms) Punto más inferior del proceso mastoideo.

Nasion (n) Intersección de la sutura frontonasal con el plano medio sagital (se marca con lápiz). El nasion corresponde a la raíz nasal.

Nasospinale (ns) Punto de intersección del plano medio sagital con la línea que une los bordes inferiores de la apertura piriforme. En caso de presencia de surcos prenasales se determina en el borde superior de los mismos. Si la espina nasal anterior se encuentra muy desarrollada el punto se ubica dentro del hueso, pero las puntas del instrumento se colocan paralelas al plano medio.

Opisthion (o) Punto medio en el borde posterior del foramen magnum, en la intersección del plano medio sagital con el borde.

Opistocranion (op) Punto más sobresaliente del cráneo en el plano medio sagital; es el más alejado de la glabela. Solamente encontrado por determinación instrumental, no se localiza en la protuberancia occipital externa.

Orbiatale (or) Punto más inferior de la órbita en plano frontal. Se utiliza este punto para la orientación del cráneo en el plano de Francfort.

Porion (po) Se localiza en el borde superior del meato auditivo externo, trazado con el lápiz acostado; yace más internamente que el auriculare. Se utiliza este punto para la orientación del cráneo en el plano de Francfort.

Pogonion (pg) Punto más anterior de la sínfisis del cuerpo mandibular en el plano medio sagital.

Prosthion (pr) El punto más anterior y pronunciado del borde alveolar del maxilar entre los incisivos centrales maxilares en el plano medio sagital. Para medidas de la longitud se usa el punto más anterior y para medidas de la altura se usa el punto más inferior en la superficie del proceso alveolar.

Zygion (zy) Punto más lateral del arco cigomático; casi siempre se localiza en el proceso cigomático. Determinado por medición de la anchura bicigomática.

1.3. Mediciones craneales

En este apartado se encuentra las definiciones para las mediciones craneales (comparar figura 3,4). Las definiciones tienen su fundamento en las descripciones por Bräuer 1988, Buikstra & Ubelaker 1994, Martin 1928, Moore-Jansen et al. 1989. Números grises marcan la numeración de definición según Rudolf Martin (1928) y las siguientes abreviaciones las definiciones de WW Howells (1969, 1973).

1. Longitud glabello - occipital (g – op) M 1; GOL Distancia directa desde la glabela hasta el punto más distante en el plano sagital medio del cráneo. Se coloca el cráneo en su base o su lado, se apunta una punta del compás en la glabela y se busca con la otra la extensión más grande con el compás de espesor.

2. Anchura craneal máxima (eu – eu) M 8; XCB Máxima anchura en plano horizontal y transversal. En caso de coincidir su máximo en las crestas supramastoideas la anchura se determina un poco superior a las mismas. Se coloca el cráneo en su base o en su occipital y se busca circulando con el compás de espesor las extensiones más grandes.

3. Diámetro bicigomático (anchura facial media) (zy – zy) M 45; ZYB Distancia máxima entre los dos arcos cigomáticos laterales, en sus bordes externos. Se coloca el cráneo en su base (Martin propuso la calota) y se busca la extensión más grande entre los cigomáticos con compás de espesor.

4. Altura basion – bregma (ba – b) M 17; BBH Distancia directa entre bregma y basion en su punto más inferior en plano sagital medio. Se coloca el cráneo en su lado y se fija una punta del compás con sus dedos en el basion, después fija la otra punta en el bregma con el compás de espesor.

5. Longitud basion - nasion (base del cráneo) (ba – n) M 5; BNL Longitud directa entre los puntos nasion y basion en plano sagital medio. Se coloca el cráneo en su calota y se toma la medida con el calibrador de corredera o un compás de espesor.

6. Longitud basion - prosthion (longitud de la base facial) (b - pr) M 40; BPL Distancia entre el basion y prosthion en plano sagital medio. En los cráneos con piezas dentales perdidas ante mortem es aconsejable no medir esta longitud. Se coloca el cráneo en su calota y se fija una punta del compás en el prosthion, después la otra punta en el basion con el compás de espesor.

7. Anchura maxilo - alveolar (ecm – ecm) M 61; MAB Anchura máxima entre los bordes alveolares del maxilar, evitando la tuberosidad que se conforma en el arco. Corresponde generalmente al segundo molar maxilar. Calibrador de corredera.

8. Longitud maxilo - alveolar (pr – alv) M 60; MAL Longitud desde el prosthion hasta la intersección del plano medio sagital con la línea que une los bordes posteriores de la tuberosidad maxilar (alveolon). Se coloca el cráneo en su calota y se unen los bordes posteriores del maxilar con una cinta para encontrar la extensión en el plano medio sagital. Compás de espesor.

9. Anchura biauricular (base del cráneo) (au – au) M 11; AUB Distancia directa entre los puntos auriculares. Se coloca el cráneo en el occipital y se mide la distancia entre las raíces de los procesos cigomáticos en sus curvaturas más profundas. Generalmente los auriculares se ubican anterior del meato auditivo externo calibrador de corredera o compás de espesor.

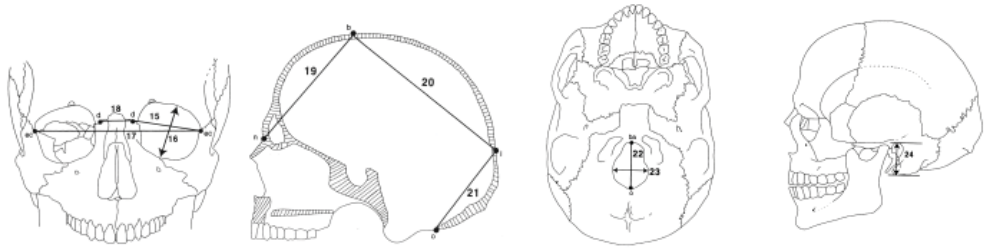


Fig. 3 Mediciones craneales (por Buikstra & Ubelaker 1994)

10. Altura nasion - prosthion (altura facial superior) (n – pr) M 48; UFH Altura directa entre el nasion y el prosthion. Calibrador de corredera.

11. Anchura frontal mínima (ft – ft) M 9; WFB Distancia horizontal mínima entre las dos líneas temporales del hueso frontal. Calibrador de corredera.

12. Anchura facial superior (fmt – fmt) M 43; UFB Anchura entre los puntos frontomalares
temporales. La determina como la distancia entre los puntos en la transición del borde lateral del proceso cigomático del frontal con su superficie posterior. Calibrador de corredera.

13. Altura nasal (n – ns) M 55; NLH Distancia directa entre nasion y el punto medio de una línea que une los bordes inferiores de la apertura piriforme (punto nasospinale). Calibrador de corredera.

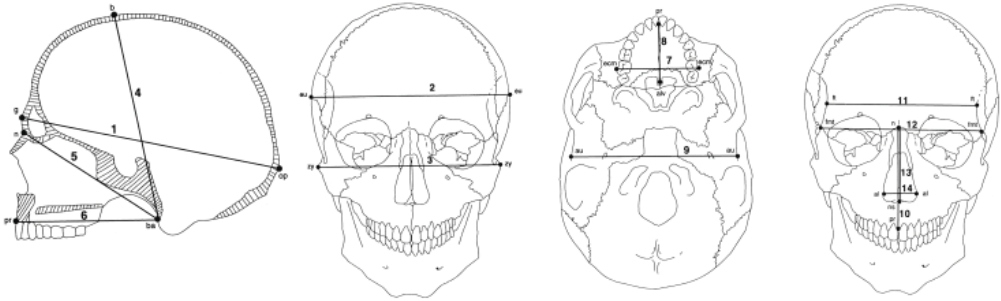


Fig. 4 Mediciones craneales (por Buikstra & Ubelaker 1994)

14. Anchura nasal (al – al) M 54; NLB Máxima distancia entre los bordes laterales de la apertura piriforme (se recomienda para mediciones internas obtenerlas con las puntas del calibrador) en plano transversal. Calibrador de corredera.

15. Anchura orbital (d - ec) M 51a; OBB Distancia desde el dacryon hasta el borde lateral orbital (ectoconchion), trazando una línea que divide en partes iguales la órbita. Calibrador de corredera. Por razones de estandarización se mide normalmente la órbita izquierda.

16. Altura orbital M 52; OBH Distancia entre los puntos medio superior e inferior de los bordes orbitales, perpendicular a la anchura orbital, que divide la órbita en dos partes iguales. Calibrador de corredera. La órbita derecha es generalmente más baja que la izquierda. La correlación entre la órbita izquierda en comparación con la derecha es de 1: 0,992. Se recomienda medirla internamente como la medición 14.

17. Anchura biorbital (ec – ec) M 44; EKB Distancia directa entre un ectoconchion a otro. Calibrador de corredera.

18. Anchura interorbital (d – d) M 49a; DKB Anchura entre los puntos dacryon. Se mide con el calibrador de corredera.

19. Cuerda frontal (n – b) M 29; FRC Distancia directa entre nasion y bregma en plano sagital medio. Calibrador de corredera.

20. Cuerda parietal (b – l) M 30; PAC Distancia directa entre bregma y lambda en plano sagital medio. Calibrador de corredera.

21. Cuerda occipital (l - o) M 31; OCC Distancia directa entre lambda y opisthion en plano sagital medio. Calibrador de corredera.

22. Longitud del foramen magnum (ba - o) M 7; FOL Distancia directa entre basion y opisthion. Calibrador de corredera.

23. Anchura del foramen magnum M 16; FOB Anchura máxima entre sus bordes laterales. Calibrador de corredera.

24. Longitud del proceso mastoideo M 19a; MDH Proyección entre el mastoidale abajo y perpendicular del plano del Francfort. Se coloca el cráneo en su lado derecho y orienta el brazo fijo del calibrador de corredera sobre el porion en el plano de Francfort.

1.3.1. Mediciones mandibulares

En este apartado se encuentra las definiciones de las medidas mandibulares (ver figura 5). Las definiciones se basan en las descripciones por Bräuer 1988, Buikstra & Ubelaker 1994, Martin 1928, Moore-Jansen et al. 1989.

25. Altura de la sínfisis (id – gn) M 69. Distancia directa entre gnathion e infradentale. Calibrador de corredera.

26. Altura del cuerpo M 69 (1). Distancia directa entre el borde del proceso alveolar y el borde inferior del cuerpo mandibular perpendicular a nivel del foramen mental en plano vertical. Calibrador de corredera.

27. Grosor del cuerpo mandibular M 69 (3). Grosor máximo entre las superficies interna y externa del cuerpo mandibular a nivel del foramen mental, perpendicular al eje transverso del cuerpo y a la altura del cuerpo. Calibrador de corredera.

28. Anchura bigoniáca (go – go) M 66. Distancia en línea recta entre las caras externas de los gonion. Se toma la máxima distancia; se debe evitar cualquier alteración del borde a nivel del gonion. Calibrador de corredera.

29. Anchura bicondilar (cdl – cdl) M 65. Distancia entre los bordes externos de los cóndilos mandibulares. Se toma la medida máxima con el calibrador de corredera.

30. Anchura mínima de la rama ascendente M 71a. Distancia mínima entre los bordes anterior y posterior de la rama ascendente perpendicular a la altura de la rama. Calibrador de corredera.

31. Anchura máxima de la rama ascendente. Distancia directa entre los puntos más anterior y más posterior de la rama ascendente. Se mide en plano transversal. Posiblemente esta medida estará en la parte superior de la rama. Calibrador de corredera.

32. Altura máxima de la rama ascendente M 70. Distancia desde el punto externo de los cóndilos hasta el gonion, paralelamente al borde posterior de la rama. Calibrador de corredera o mandibulómetro.

33. Longitud en proyección del cuerpo mandibular M 68. Distancia proyectiva desde el pogonion hasta el centro de la línea que une los gonion. Se coloca el mandibular con el pogonion en la pared fija del mandibulómetro y los gonion en la pared móvil. En casos de inestabilidad, empuje sus dedos en los molares segundos. Mandibulómetro.

34. Ángulo de la rama ascendente M 79. Con el mandibulómetro se determina el ángulo conformado por el borde posterior de la rama con el borde inferior del cuerpo. En casos de inestabilidad, se empuje sus dedos en los molares segundos. Mandibulómetro.

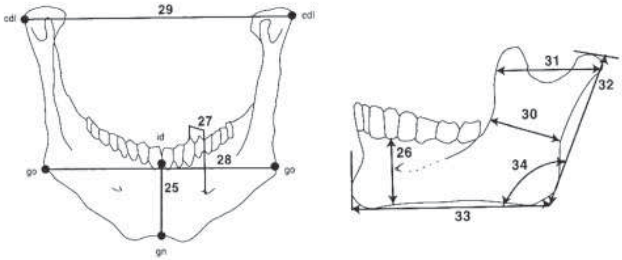


Fig. 5 Mediciones de la mandíbula (por Buikstra & Ubelaker 1994)

1.4. Mediciones poscraneales

En este apartado se encuentra las definiciones de las mediciones poscraneales (ver figura 6-14). Las definiciones basan en las descripciones por Bräuer 1988, Buikstra & Ubelaker 1994, Martin 1928, Moore-Jansen et al. 1989).

Clavícula

35. Longitud máxima (altura total) 1. Se puede obtener la distancia máxima directa entre los puntos más distante con la tabla osteométrica o el calibrador de corredera; distinguir entre los ángulos superior e inferior.

36. Diámetro sagital (anterior-posterior) medial 5. Distancia directa entre los lados anterior y posterior. Se marca el sitio del medio de la clavícula con un lápiz y se toma la medición con un calibrador de corredera.

37. Diámetro vertical (superior-inferior) medial 4. Distancia directa entre los lados superior e inferior de la clavícula. Se marca el sitio del medio de la clavícula con un lápiz y se toma la medición perpendicular al diámetro sagital con un calibrador de corredera.

Omóplato

38. Altura del omóplato (anchura anatómica) 2. Distancia directa entre el punto más superior del ángulo craneal y el punto más inferior del ángulo caudal. Se toma la medición con un calibrador de corredera.

39. Anchura del omóplato (longitud anatómica) 1. Distancia directa desde el punto en medio del borde dorsal de la fosa glenoidea hasta un punto en medio de los labios de la espina escápula en su borde medial. Los labios espinales forman un triángulo con el borde medial. Para encontrar el punto en el borde medial, divide este triángulo en dos partes iguales. Compás de espesor.

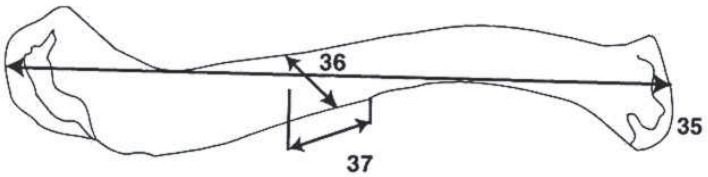


Fig. 6 Mediciones de la clavícula izquierda (por Buikstra & Ubelaker 1994)

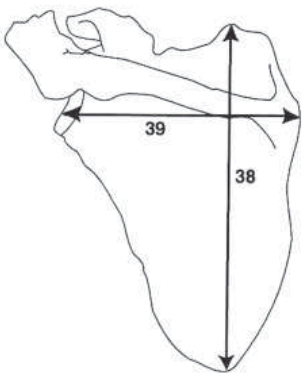


Fig. 7 Mediciones del omóplato izquierdo (por Buikstra & Ubelaker 1994)

Húmero

40. Longitud máxima 1. Distancia directa desde el punto más superior de la cabeza hasta el punto más inferior de la tróclea. Se mide en la tabla osteométrica, aplicando con la cabeza contra la pared fija (vertical); la porción distal de la tróclea se coloca contra el bloque vertical, moviendo el hueso hacia abajo y arriba, de un lado a otro hasta obtener su longitud máxima.

41. Anchura epicondilar 4. Distancia entre los puntos más laterales del epicóndilo lateral y medial. Se coloca el húmero en su superficie posterior en la tabla osteométrica con el epicóndilo medial contra la pared fija y aplica el bloque móvil en el epicóndilo lateral. Tabla osteométrica o calibrador de corredera.

42. Diámetro máximo de la cabeza 10. Distancia directa entre los puntos más superior y más inferior del borde de la superficie articular. Se mide la distancia vertical perpendicular al diámetro transverso. Calibrador de corredera.

43. Diámetro máximo de la diáfisis 5. Se obtiene con el calibrador de corredera. Al realizar la medida anterior se marca con lápiz el punto medio de la diáfisis que se encuentra normalmente unos milímetros arriba del borde inferior de la tuberosita deltoidea; en este sitio se mide el diámetro máximo absoluto sin tomar en cuenta los planos.

44. Diámetro mínimo de la diáfisis 6. Se obtiene el diámetro mínimo en el mismo sitio que en medición 43. Se gira la diáfisis hasta que se encuentra el diámetro mínimo sin tomar en cuenta un plano. Calibrador de corredera.

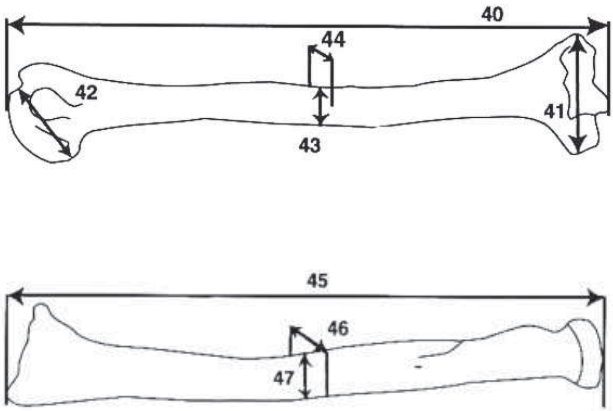


Fig. 8 Mediciones del húmero izquierdo (arriba) y del radio izquierdo (abajo) (por Buikstra & Ubelaker 1994)

Radio

45. Longitud máxima del radio 1. Distancia directa desde el punto más proximal de la cabeza hasta el punto más distal del proceso estiloide. Se obtiene el largo máximo mediante la tabla osteométrica sin tomar encuentra el eje del hueso. Se coloca el extremo proximal en la pared fija vertical de la tabla osteométrica y se empuja el soporte móvil contra el extremo distal. Se mueve el hueso hacia abajo y arriba, de un lado a otro hasta obtener su longitud máxima.

46. Diámetro sagital (anterior-posterior) de la diáfisis 5. Se obtiene el diámetro sagital perpendicular a la medición del diámetro transverso en las superficies anterior y posterior. Se marca el medio del hueso con un lápiz midiéndolo en la tabla osteométrica. Nota: Esta medición es generalmente más pequeña que medición 47. Calibrador de corredera.

47. Diámetro transverso de la diáfisis 4a. Diámetro máximo entre la superficie medial y lateral de la diáfisis en el medio del hueso, perpendicular al diámetro sagital. Calibrador de corredera.

Cúbito

48. Longitud máxima 1. Distancia máxima desde el extremo superior del olécranon hasta el borde inferior del proceso estiloide. Se coloca el extremo proximal del cúbito contra la pared vertical de la tabla osteométrica y se empuja el bloque móvil contra el extremo distal, moviendo el hueso hacia abajo y arriba, de un lado a otro hasta obtener su longitud máxima.

49. Diámetro dorso-volar (anterior-posterior) 11. Diámetro máximo de la diáfisis en el sitio del desarrollo más grande de la cresta. Se ponen los brazos del calibrador de corredera en las superficies anterior y posterior del cúbito.

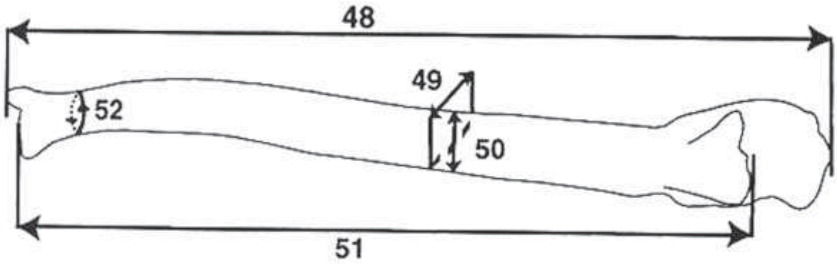


Fig. 9 Mediciones del cúbito izquierdo (por Buikstra & Ubelaker 1994)

50. Diámetro transverso (medial- lateral) 12. Diámetro en el sitio del desarrollo más grande de la cresta, perpendicular al diámetro dorso-volar. Se ponen los brazos del calibrador de corredera en las superficies medial y lateral.

51. Longitud fisiológica 2. Se establece a partir del punto más distal (inferior) del borde del proceso coronoide hasta el punto más distal de la superficie inferior de la cabeza del cúbito, excluyendo el proceso estiloide o la fosa entre el proceso estiloide y la superficie distal de la cabeza. Compás de espesor.

52. Circunferencia mínima 3. Se ubica la circunferencia mínima cerca del extremo distal del cúbito. Cinta métrica.

Sacro

53. Longitud anterior 2. Se toma la distancia directa entre el punto del promontorio en plano medio sagital y el punto correspondiente del borde anterior del punto del sacro. Calibrador de corredera.

54. Anchura anterior-superior 5. La máxima anchura transversal del sacro a nivel de la proyección anterior de las facetas auriculares. Calibrador de corredera.

55. Anchura máxima base 19. Distancia directa entre los puntos más laterales en la superficie articular superior, perpendicular en el plano medio sagital. En casos de labiación (“lipping”), estima sus bordes originales. Calibrador de corredera o compás de espesor.

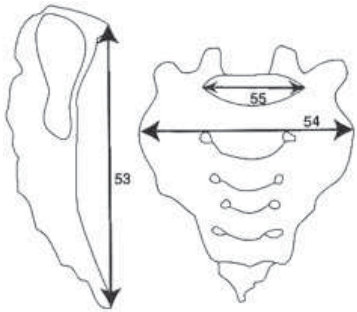


Fig.10 Mediciones del sacro (por Buikstra & Ubelaker 1994)

Innominado

56. Altura 1. Distancia directa entre el punto más superior de la cresta ilíaca y el más inferior de la tuberosidad del isquion. Compás de espesor.

57. Anchura ilíaca 12. Distancia directa desde la espina ilíaca anterior-superior hasta la espina ilíaca posterior superior. Compás de espesor.

58. Longitud púbica 17. Distancia directa desde el punto de la intersección de las tres partes del coxal en el acetábulo hasta el borde superior de la faceta sínficial. Calibrador de corredera.

59. Longitud isquion 15. Distancia directa desde el punto de la intersección de las tres partes del coxal en el acetábulo hasta el punto más inferior de la tuberosidad del isquion. Se mide aproximadamente perpendicular a la longitud púbica. Calibrador de corredera.

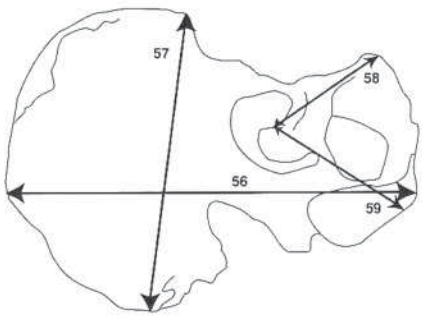


Fig. 11 Mediciones del innominado (por Buikstra & Ubelaker 1994)

Fémur

60. Longitud máxima (morfológica) 1. Longitud máxima desde el punto más superior de la cabeza hasta el punto más inferior del cóndilo distal, obtenida en la tabla. Se pone el hueso en su superficie posterior en la tabla y se sostiene la epífisis distal en el eje vertical fijo. Se mueve el hueso hacia arriba y abajo, de un lado a otro hasta obtener su longitud máxima en el extremo de la cabeza.

61. Longitud bicondilar (fisiológica oblicua) 2. Distancia desde el punto más superior de la cabeza hasta un plano de la superficie inferior del cóndilo distal. Se pone el hueso en su superficie posterior en la tabla y se ajustan ambos cóndilos contra el soporte vertical fijo hasta obtener la posición de reposo; posteriormente se aplica el soporte móvil a la cabeza. Tabla osteométrica.

62. Anchura epicondilar (epífisis distal) 21. Anchura máxima entre los puntos más laterales de los epicóndilos. Se pone el hueso en su superficie posterior en la tabla osteométrica y se ajustan un epicóndilo contra el soporte vertical fijo; se aplica el soporte móvil al otro epicóndilo.

63. Diámetro máximo de la cabeza femoral 18. Medición en la periferia de la superficie articular de la cabeza; se rota el hueso hasta obtener la distancia máxima. Calibrador de corredera.

64. Diámetro sagital (anterior-posterior) subtrocantérico 10. Distancia entre las superficies anterior y posterior en el extremo proximal de la diáfisis, perpendicular al diámetro medial-lateral. Se mide inmediatamente (2-5 mm) inferior al trocánter menor evitando la tuberosidad glútea donde se ubica la expansión más lateral de la diáfisis. Calibrador de corredera.

65. Diámetro transversal (medial-lateral) subtrocantérico 9. Distancia entre las superficies medial y lateral en el extremo proximal de la diáfisis, perpendicular al diámetro sagital, donde se ubica la expansión más lateral de la diáfisis. Calibrador de corredera.

66. Diámetro sagital (anterior-posterior) diafisial 6. Distancia entre las superficies anterior y posterior. Cuando se mide la longitud máxima se localiza y se marca con lápiz el punto medio del hueso. Se mide con el calibrador de corredera el diámetro máximo en sentido anterior-posterior en la elevación más alto de la línea áspera.

67. Diámetro transversal (medial-lateral) diafisial 7. Distancia entre las superficies medial y lateral. Se ubica en ángulo recto con relación al diámetro sagital situando la línea áspera en el medio de las dos ramas del calibrador de corredera.

68. Circunferencia de la diáfisis 8. Medición del punto medio de la diáfisis. Cinta métrica.

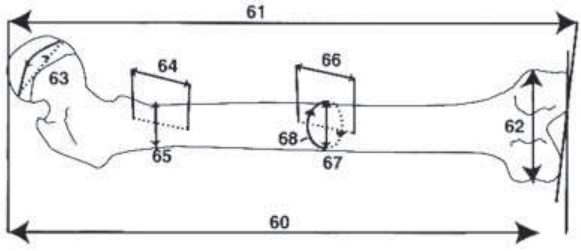


Fig. 12 Mediciones del fémur izquierdo (por Buikstra & Ubelaker 1994)

Tibia

69. Longitud máxima 1. Distancia directa entre la superficie articular superior del cóndilo lateral y el punto del maléolo medial. Se coloca la tibia con su superficie posterior en la tabla osteométrica con su eje longitudinal paralelo a la tabla. Se ajusta el punto del maléolo contra la pared vertical fijo y empuje el bloque móvil contra la superficie articular proximal del cóndilo lateral.

70. Anchura máxima en la epífisis proximal 3. Distancia máxima entre los puntos más laterales de los cóndilos laterales y mediales de la epífisis proximal. Se coloca la tibia con su superficie posterior en la tabla osteométrica con su eje longitudinal paralelo a la tabla. Se empuje el cóndilo lateral contra la pared vertical fija de la tabla y se mueve el soporte al cóndilo medial. Para obtener la anchura máxima, se rota la tibia contra su eje longitudinal.

71. Anchura máxima en la epífisis distal 6. Distancia máxima desde el punto más lateral del maléolo medial hasta la superficie lateral de la epífisis distal. Se coloca la tibia con su superficie posterior en la tabla osteométrica. Se ponen el sobresaliente laterales de la diáfisis distal en la pared fija de la tabla y se empuja el soporte móvil al maléolo medial.

72. Diámetro máximo a la altura del foramen nutricio 8a. Distancia entre la cresta anterior y la superficie posterior a nivel del foramen nutricio. Se mide el diámetro máximo por rotación del hueso en los brazos del calibrador de corredera.

73. Diámetro transversal (medial-lateral) al foramen nutricio 9a. Distancia directa desde el borde medio hasta la cresta interósea a nivel del foramen nutricio, perpendicular a la medición del diámetro máximo. calibrador de corredera.

74. Circunferencia a la altura del agujero nutricio 10a. Medición de la circunferencia a nivel del foramen nutricio. Cinta métrica.

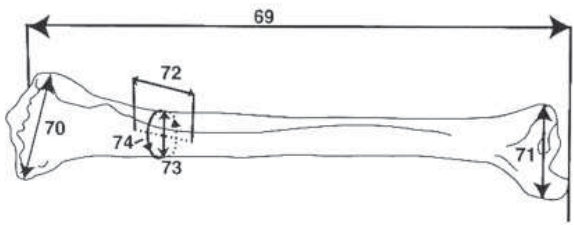


Fig. 13 Mediciones de la tibia izquierda (por Buikstra & Ubelaker 1994)

Peroné

75. Longitud máxima 1. Distancia máxima entre las extremidades proximal de la cabeza y distal del maléolo lateral. Se coloca el peroné en la tabla osteométrica y se ajusta el punto del maléolo lateral en la pared fija de la tabla. Se empuja el soporte contra el extremo proximal del hueso, moviéndolo hacia arriba y abajo, de un lado a otro hasta obtener su longitud máxima.

76. Diámetro máximo de la diáfisis 2. Distancia máxima a nivel del medio del hueso. Se marca el sitio con un lápiz y se obtiene la medición rotando el hueso entre los brazos del calibrador de corredera. Generalmente se encuentra el diámetro máximo entre las crestas anterior y lateral.

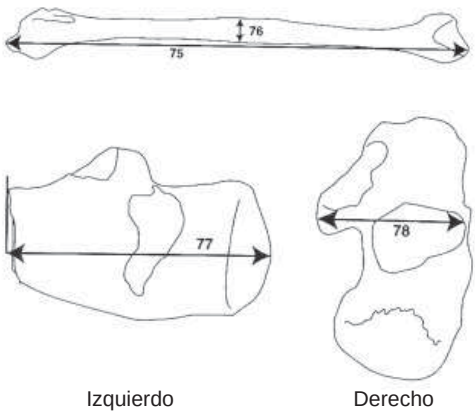


Fig. 14 Mediciones del peroné izquierdo (arriba) y del calcáneo (abajo) (por Buikstra & Ubelaker 1994)

Calcáneo

77. Longitud máxima 1. Distancia proyectiva entre el punto más proyectado posterior de la tuberosidad y el extremo más anterior del borde superior de la faceta articular del calcáneo. Se toma esta medida en plano medio sagital proyectivo sobre un suelo. Calibrador de corredera.

78. Anchura medial 2. Distancia proyectiva entre el punto más lateral de la faceta dorsal articular y el punto más medial del sustentáculo talo. Se toma la medición proyectiva agarrando el hueso de atrás con las brazos romos del calibrador de corredera y se toma en cuenta que la tabla esta horizontal y transversal.

1.5. Índices craneales

Índices son mediciones relativas que presentan la relación entre dos ediciones antropométricas con el fin de describir la forma de los huesos, específicamente el cráneo. La numeración de aquellas corresponde al esquema establecido por R. Martin (1928).

I1. Índice craneal longitudinal Anchura craneal máxima (M8) X 100/ longitud craneal máxima (M1).

Ultradolicocráneo	< 64,9
Hiperdolicocráneo	65,0 - 69,9
Dolicocráneo	70,0 - 74,9
Mesocráneo	75,0 - 79,0
Braquicráneo	80,0 - 84,9
Hiperbraquicráneo	85,0 - 89,9
Ultrabraquicráneo	> 90,0

I2, I4. Índice vérticolongitudinal Altura craneal (M17 desde b ó M20 po) X 100/ longitud craneal máxima (M1).

	desde basion	**desde porion**
Camecráneo (bajo)	< 69,9	< 57,9
Ortocráneo (medio)	70,0 - 74,9	58,0 - 62,9
Hipsicráneo (alto)	> 75,0	> 63,0

I3. Índice vérticotransversal Altura craneal (M17 desde b ó M20 po) X 100/ anchura craneal máxima (M8).

	desde basion	**desde porion**
Tapeinocráneo (bajo)	< 91,0	> 79,9
Metriocráneo (medio)	92,0 - 97,9	80,0 - 85,9
Acrocráneo (alto)	> 98,0	< 86,0

I12. Índice frontotransversal Anchura frontal mínima (M9) X 100/ anchura craneal máxima (M8).

Stenometópico (angosta)	< 65,9
Metriometópico	66,0 - 68,9
Eurimetópico (ancha)	> 69,0

I39. Índice facial superior Altura facial superior (M48) X 100/ anchura facial máxima (M45).

Hipereurieno (muy ancha)	< 44,9
Eurieno (ancha)	45,0 - 49,9
Meseno	50,0 - 54,9
Lepteno (angosta)	55,0 - 59,9
Hiperlepteno (muy angosta)	> 60,0

I40. Índice jugomandibular Anchura bigoniáca (M66) X 100/ anchura facial máxima (M45).

I42b. Índice orbital de Broca (dacrial) Altura orbital (M52) X 100/ anchura decrial (M51a.)

Cameconco (órbita baja)	< 82,9
Mesoconco (media)	83,0 - 88,9
Hipsiconco (alta)	> 89,0

I48. Índice nasal (según Martin) Anchura nasal (M54) X 100/ altura nasal (M55).

Leptorrino (nariz angosta)	< 46,9
Mesorrino (media)	47,0 - 50,9
Camerrino (ancha)	51,0 - 57,9
Hipercamerrino (muy ancha)	> 58,0

I51(1). Índice nasofacial transversal Anchura nasal (M54) X 100/ anchura facial máxima (M45).

I54. Índice maxiloalveolar (palatoalveolar) Anchura alveolar (M61) X 100/ longitud maxiloalveolar (M60).

Dolicouránico (maxilar angosto)	< 109,9
Mesouránico (medio)	110,0 - 114,9
Braquiuránico (ancho)	> 115,0

I62. Índice mandibular Longitud mandibular (M68(1) X 100/ anchura bicondilar (M65).

I71. Índice cráneofacial transversal (faciocerebral - trasversal) Anchura facial máxima (M45) X 100/ anchura craneal máxima (M8).

I73a. Índice frontocigomático Anchura frontal mínima (M9) X 100/ anchura facial máxima (M45).

Índice faciocerebral vertical Altura superior (M48) X 100/ altura basibregmática (M17).

Índice de prognatismo de Rivet (ángulo anterior del triángulo formado por las líneas nasioprosthionbasion).

Ortognato	< 73 grados
Mesognato	70,0 - 72,9 grados
Prognato	> 69,0 grados

Índice mandibular Longitud mandibular (M68(1) X 100/anchura bicondilar (M65).

1.6. Catálogo de mediciones óseas

MEDIDAS DEL CALVARIUM

1	Longitud máxima	(g-op)	_____	13	Altura nasal	(n-ns)	_____
2	Anchura máxima	(eu-eu)	_____	14	Anchura nasal	(al-al)	_____
3	Anch. bicigomática	(zy-zy)	_____	15	Anchura orbital	(d-ec)	___|___
4	Alt. basibregmática	(ba-b)	_____	16	Altura orbital		___|___
5	Long. basion - nasion	(ba-n)	_____	17	Anchura biorbital	(ec-ec)	_____
6	Long basion-prosth	(ba-pr)	_____	18	Anchura interorbital	(d-d)	_____
7	Anch maxiloalv	(ecm-ecm)	_____	19	Cuerda frontal	(n-b)	_____
8	Long. maxiloalveolar	(pr-alv)	_____	20	Cuerda parietal	(b-l)	_____
9	Anchura biauricular	(au-au)	_____	21	Cuerda occipital	(l-o)	_____
10	Altura facial superior	(n-pr)	_____	22	Long. For. magnum	(ba-o)	_____
11	Anchura frontal mín	(ft-ft)	_____	23	Anchura Foramen magnum		_____
12	Anchura facial sup.	(fmt-fmt)	_____	24	Longitud mastoidea		___|___

MEDIDAS MANDIBULARES

25	Altura mentoniana	(gn-id)	_____	30	Anchura mín. rama asc.		_____|_____
26	Altura cuerpo mand. for.		___|___	31	Anchura máx. rama asc.		_____|_____
27	Grosor cuerpo mand. for.		___|___	32	Altura máx. rama asc.*		_____|_____
28	Anchura bigoniáca	(go-go)	_____	33	Longitud mandibular*		_____
29	Anchura bicondilar	(cdl-cdl)	_____	34	Ángulo rama ascendente*		_____

*Mandibulómetro

MEDIDAS POSCRANEALES

CLAVÍCULA

		I	D
35	Longitud máxima		
36	Diámetro sagital med		
37	Diámetro vertical med		

OMÓPLATO

		I	D
38	Longitud anatómica		
39	Anchura anatómica		

HÚMERO

		I	D
40	Longitud máxima		
41	Anchura epicondilar		
42	Diámetro vert. máx. cabeza		
43	Diámetro máx. medio diáfisis		
44	Diámetro mín. medio diáfisis		

RADIO

		I	D
45	Longitud máxima		
46	Diámetro sagital diáfisis		
47	Diámetro transverso diáfisis		

CÚBITO

		I	D
48	Longitud máxima		
49	Diámetro dorsovolar		
50	Diámetro transverso		
51	Longitud fisiólogo		
52	Circunferencia mínima		

SACRO

53	Longitud anterior	
54	Anchura anterior - superior	
55	Anchura máxima base	

INNOMINADO

		I	D
56	Altura		
57	Anchura ilíaca		
58	Longitud púbica		
59	Longitud isquion		

FÉMUR

		I	D
60	Longitud máxima		
61	Longitud bicondilar		
62	Anchura epicondilar		
63	Diámetro máx. cabeza		
64	Diámetro sagital subtrocant		
65	Diámetro transv. subtrocant		
66	Diámetro sagital diáfisis		
67	Diámetro transv. diáfisis		
68	Circunferencia diáfisis		

TIBIA

		I	D
69	Longitud cóndilo - maleolar		
70	Anchura máx. epif proximal		
71	Anchura máx. epif distal		
72	Diámetro máx. for. nutricio		
73	Diámetro transv. for. mutricio		
74	Circunferencia en for. nutr.		

PERONÉ

		I	D
75	Longitud máxima		
76	Diámetro máx. diáfisis		

CALCÁNEO

		I	D
77	Longitud máxima		
78	Anchura medial		

Bibliografía

Bass WM (1986) Human osteology: A laboratory and field manual of the human skeleton. Columbia, Missouri: Missouri Arch. Society, Special Public. No.2

Blackith RE & RA Reyment (eds 1971) Multivariate morphometrics. Academic Press, London, New York

Bräuer G (1988) Anthropometrie. In: R Knußmann (ed) Anthropologie. Handbuch der vergleichenden Biologie des Menschen. Band I/1, Stuttgart, New York

Brothwell DR (1987) Digging up bones. The excavation, treatment and study of human skeletal remains. 3rd ed. Cornell University Press, Ithaca, New York

Buikstra JE & DH Ubelaker (eds 1994) Standards for data collection from human skeletal remains. Proceedings of a seminar at the Field Museum of Natural History. Organized by J. Haas. Arkansas Archaeological Survey Research Series No. 44

Burns KR (1999) Forensic anthropology training manual. Prentice Hall, New Jersey

Byers (2001) Introduction in forensic anthropology. A textbook. Allyn and Bacon, Boston, Sydney, Tokyo

Cox M & S Mays (eds 2000) Human osteology in archaeology and forensic science. Greenwich Medical Media, London

Hein B, Krenzer U y A Schmelter (1993) Anthropologische Untersuchungen der Liesborner Skelettserie. In B Trier (ed) Ausgrabungen in der Abtei Liesborn. Eine Dokumentation des Westfälischen Museums für Archäologie, Münster/Westfalen, 123-133

Herrmann B, Grupe G, Hummel S, Piepenbrink H & H Schutkowski (1990) Prähistorische Anthropologie. Leitfaden der Feld- und Labormethoden. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York

Howells WW (1969) Criteria for selection of osteometric dimensions. American Journal of Physical Anthropology 30: 451-458

Howells WW (1989) Skull shapes and the map: Craniometric analyses in the dispersion of modern Homo. Papers of the Peabody Museum of Archaeology and Ethnology 79: 1-189

Howells WW (1973) Cranial variation in man. Peabody Museum of Archaeology and Ethnology Papers, Cambridge, Massachusetts

Knußmann R (ed 1988) Anthropologie. Handbuch der vergleichenden Biologie des Menschen Band I/1. G. Fischer, Stuttgart, New York

Krenzer U (1993) Kranialmorphologische Untersuchung zur mesolithisch-neolithischen Transition am Beispiel südosteuropäischer Populationen. M.A., Mainz

Martin R (1928) Lehrbuch der Anthropologie, 2. Band: Kraniologie. Gustav Fischer Verlag, Jena

Martin R & K Saller (1957/61) Lehrbuch der Anthropologie. Systematischer Darstellung mit besonderer Berückichtigung der Anthropologischen Methoden. Band I. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart

Mays S (2000) Biodistance studies using craniometric variation in British archaeological skeletal material. En M Cox & S Mays (eds) Human osteology in archeological and forensic science. Greenwich Medical Media Ltd. London, 277-288

Moore-Jansen PH, Ousley SD & RL Jantz (1989) Data collection procedures for forensic skeletal material. Forensic Anthropology Center, Report of Investigations No.48, The University of Tennessee, Department of Anthropology, Knoxville

Ousley SD & RL Jantz (1996) Fordisc 2.0. Knoxville. TN: Forensic Anthropology Center, Dept. of Anthropology, University of Tennessee

Ousley SD & RL Jantz (1998) The forensic data bank: Documentating skeletal trends in the United States. En KJ Reichs (ed) Forensic osteology. Advances in identification of human remains. CC Thomas Publisher, Springfield, Illinois, 441-457

Pietrusewsky M (2000) Metric analysis of skeletal remains: Methods and applications. En MA Katzenberg & SR Saunders (eds) Biological anthropology of the human skeleton. Wiley-Liss, New York, Chichester, 375-415

Robb J (2000) Analyzing human skeletal data. En M Cox & S Mays (eds) Human osteology in archeological and forensic science. Greenwich Medical Media Ltd. London, 475-490

Rodríguez Cuenca JV (1994) Introducción a la antropología forense. Análisis e identificación de restos óseos humanos. http://www.colciencias.gov.co/seiaal/documentos/jvrc03.htm

Rodríguez Cuenca JV (2004) La antropología forense en la identificación humana. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá

Schwartz JH (1995) Skeleton keys. An introduction to human skeletal morphology, development, and analysis. Oxford University Press, New York

Ubelaker DH (1999) Human Skeletal Remains. Excavation, analysis, interpretation Taraxacum-Washington, Smiths. Inst. Manuals on Archaeology 2

Vallois HV (1965) Anthropometric techniques. Current Anthropology 6(2):127-143

Van Vark GN & W Schaafsma (1992) Advances in the quantitative analysis of skeletal morphology. En Saunders SR & MA Katzenberg (eds) Skeletal biology of past peoples: Research methods. Wiley-Liss, New York, Singapore, 225-257

Van Vark GN & WW Howells (eds 1984) Multivariate statistical methods in physical anthropology. A review of recent advances and current developments. R. Reidel Publishing, Dordrecht, Boston, Lancaster

White TD (2000) Human osteology. 2. Edition. Academic Press, San Diego

COMPENDIO DE MÉTODOS ANTROPOLÓGICO FORENSES

Tomo I	Osteometría
Tomo II	Métodos para la determinación del sexo
Tomo III	Estimación de la edad osteológica en adultos
Tomo IV	Estimación de la edad osteológica en subadultos
Tomo V	Características individualizantes
Tomo VI	Antropología dental
Tomo VII	Cambios posmortem
Tomo VIII	Traumas y paleopatología

ISBN 99922-859-1-5
9 789992 285916

ded
Deutscher
Entwicklungsdienst

Visite nuestro sitio en internet
http://www.cafcaguatemala.org

eed
Servicio de las Iglesias Evangélicas en Alemania para Desarrollo

COMPENDIO DE MÉTODOS ANTROPOLÓGICO FORENSES

PARA LA RECONSTRUCCIÓN DEL PERFIL OSTEO-BIOLÓGICO

Udo Krenzer

Tomo II

MÉTODOS PARA LA DETERMINACIÓN DEL SEXO

CAFCA
CENTRO DE ANALISIS FORENSE Y CIENCIAS APLICADAS

2
Serie de Antropología Forense

Compendio de métodos antropológico forenses para la reconstrucción del perfil osteo-biológico

Udo Krenzer

Tomo II
Métodos para la determinación del sexo

Guatemala
2006

Elaborado por: Udo Krenzer
Centro de Análisis Forense y Ciencias Aplicadas
CAFCA
2 calle 6-77, zona 1
Ciudad, Guatemala
Teléfono: (502) 2253-2080
http://www.cafcaguatemala.org

Financiado por: DED y EED

Diseño de portada: Rafael Molina

Diagramación interiores: CIBER NEGOCIOS Guatemala
Teléfonos: (502) 2450-4889 (502) 2256-1276
E-mail: ventas@cibernegociosguatemala.com

Primera edición 2006
Serie de Antropología Forense
Tomo 2

ISBN: 99922-859-2-3

Compendio de métodos antropológico forenses para la reconstrucción del perfil osteo-biológico

Tomo II

Métodos para la determinación del sexo

Contenido

1.	Métodos para la determinación del sexo	1
1.1.	Introducción	1
1.2.	Métodos morfognósticos	3
1.2.1.	Determinación del sexo en niños	3
1.2.2.	Determinación del sexo en adultos	6
1.2.2.1.	Morfología del cráneo	6
1.2.2.2.	Morfología del innominado	11
1.3.	Métodos morfométricos	16
	Bibliografía	20

1. Métodos para la determinación del sexo

1.1. Introducción

Hace más de 200 años, científicos tratan de determinar el sexo según la apariencia, forma y pesos de los huesos humanos. Una estimación exacta del sexo basado en restos esqueletizados es factible, cuando existe el conocimiento sobre la arquitectura y tamaño de los huesos secos. Si se presenta el esqueleto completo la determinación del parámetro demográfico es más fiable. En casos de esqueletos incompletos se consiguen los siguientes resultados de la clasificación (ver Meindl et al. 1995), utilizando:

- Huesos largos < 80%
- Cráneo 80-92%
- Innominado 96%
- Cráneo y pelvis 97%
- ADN 99,9%.

La determinación del sexo es más segura en adultos que en subadultos, porque las diferencias morfológicas resultan por la influencia de hormonas como el estrógeno o la testosterona, que fuertemente afectan a los huesos en la pubertad en adelante. Las hormonas controlan el desarrollo y crecimiento de los huesos; diferencias entre los sexos resultan por las distintas velocidades y fuerzas del desarrollo óseo. Las mujeres terminan su desarrollo más temprano que los varones, quienes modifican su apariencia en forma drástica en la pubertad. Por eso, las diferencias bio-morfológicas entre los sexos, se manifiestan más evidentemente en esqueletos adultos.

También se observa influencias socio-ecológicas (por ejemplo nutrición / alimentación, clima, patologías etc.) que influyen el desarrollo y por eso el aspecto de los huesos. Misma forma del hueso es una consecuencia lógica de su función; los huesos son adaptados según sus necesidades biomecánicas especificas. La musculatura forma el hueso y con una inserción muscular más fuerte el grosor cortical crece proporcionalmente.

En el análisis osteológico se toma también la filiación ancestral en cuenta, porque se observa varias diferencias morfológicas entre los grupos étnicos manifestados en el esqueleto. Además se necesita tener la vista general sobre la variabilidad morfológica a nivel entre poblaciones y dentro de una misma población para tener una idea general sobre el rango y los extremos, que representan los estereotipos o tipos ideales de la distribución de las características analizadas.

El tamaño de los huesos de mujeres se describe en una tasa de 92/100 en relación a los hombres, es decir que los huesos de individuos femeninos son en promedio de la población bajo estudio más pequeño que los restos óseos masculinos. En general los huesos de varones no solamente son más grandes, sino también más pesados y robustos con inserciones musculares más pronunciadas como en el cráneo la línea temporal, cresta nucal, protuberancia occipital externa, cresta supramastoidea, proceso

mastoideo, inion y arco cigomático (ver tabla 1).
Para la determinación del sexo fundamentado en restos óseos se puede -entre otros- utilizar métodos:

- Morfognósticos (cualitativo)
- Morfométricos (cuantitativo basado en huesos y dientes)
- Microbiológicos y genéticos (análisis de las cromosomas en el ADN).

Los primeros dos tipos sirven para mejorar la probabilidad a posteriori de la determinación del sexo, mientras el análisis de las cromosomas brinda resultados con un margen mínimo de error a través una investigación avanzada que se debe realizar en laboratorios específicos.

Tabla 1 Características óseas comunes de los sexos (siempre en promedio de la población analizada)

♀ **femenino**	♂ **masculino**
más grácil	más robusto
más pequeño	más grande
más liviano	más pesado
pelvis construida por el embarazo y nacimiento	pelvis construida para llevar las vísceras

A causa de la variabilidad cronológica y geográfica entre y dentro las poblaciones, la determinación del sexo osteológico no es tan fácil como parece. Siempre existe un rango de congruencia o traslape de las características analizadas dentro de su variabilidad biológica (ver figura 1). Además es bien conocido que se puede observar a mujeres con expresiones de características que parecen más masculinas y varones que parecen femeninos. La probabilidad de una clasificación correcta a priori es a 50%, entonces se determina en cada segundo caso el sexo sencillo, sin la necesidad de aplicar ningún método específico – en vista estadística.

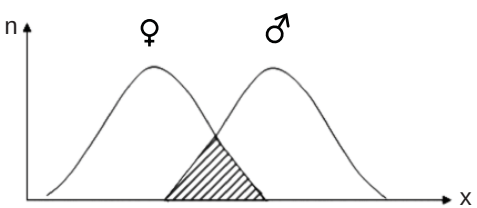


Fig. 1 Modelo típico de la distribución de variables continuos al respecto del sexo

En el caso centroamericano realmente faltan estándares, colecciones óseas grandes determinadas y analizadas para comparar las características especificas, que se observa durante la determinación del sexo. Y siempre se tiene que ser conciente sobre

[1] El tomo VI de este compendio se dedica detalladamente a aspectos de la antropología dental.

la subjetividad en la estimación de los criterios morfognósticos, que son de carácter cualitativo.
Si se observa por ejemplo la robusticidad de huesos aislados con el fin del sexamiento, se debe tomar en cuenta que quizás la característica observada es un producto de la asimetría (por ejemplo causado por la lateralidad) del otro sexo.

Aún encima las diferencias del sexo osteológico se difuminan y disminuyen en ancianos; las mujeres parecen, después de pasar su menopausia, más masculinas; esto se refleja por ejemplo en la metamorfosis del cráneo, y los hombres pierden su carácter fuerte en el sentido osteológico. Por eso Krogman & Iscan (1986) propusieron analizar solamente individuos entre 25 hasta 55 años, para no correr el riesgo de clasificar el sexo con base en cráneos que muestran irritaciones causadas por el proceso del envejecer (para los métodos concretos ver capítulo 1.2.2.1.). Finalmente se debe mencionar, que se observa a nivel global la tendencia de la gracilización morfológica, es decir que al respecto cronológico se disminuye la robusticidad morfológica vinculado con la reducción del dimorfismo sexual.

1.2. Métodos morfognósticos

1.2.1. Determinación del sexo en niños

Debido a que los restos óseos en niños o subadultos son frágiles, la conservación de los mismos es precaria. Con la sistematización presentado por Schutkowski (1993) se cuenta con criterios para la estimación del sexo en inmaduros, siempre conciente que la clasificación en base de restos óseos no maduros no logra la misma exactitud como en adultos. Según sus investigaciones existen rasgos de la mandíbula y del ilion, los cuales permiten el diagnóstico del sexo con una precisión que se eleva hasta los 70%. La siguiente descripción (ver Rodríguez Cuenca 1994) se refiere a los criterios establecidos para el sexamiento de restos óseos de individuos subadultos.

Características de la mandíbula (ver figura 2)

1. Pronunciamiento del mentón
Es un criterio que tiene también peso en el análisis de adultos. En niños esta región es más prominente y más cuadrangular que en niñas, las cuales poseen superficies más suaves del hueso. En vista vertical el mentón de las niñas es tenue, angosto y algunas veces agudo, los muchachos poseen un mentón pronunciado, ancho y angulado.

2. Forma del arco dental anterior
El arco dental anterior en niños es más ancho y los alvéolos de los caninos sobresalen con relación a los molares adyacentes, adquiriendo una forma en U. En niñas los alvéolos frontales se disponen en un arco redondeado con caninos que habitualmente no sobresalen, delineando una forma parabólica brusca.

3. Eversión de la región goniáca
Este criterio también es aplicable en mandíbulas adultas. En las niñas la superficie externa de la región gonial es plana, en niños más evertida y ligeramente sobresaliente.

Fig. 2 Características de la mandíbula para el sexamiento en subadultos (modificado, según Herrmann et al. 1990)

Características del ilion (ver figura 3)

1. Ángulo de la escotadura ciática mayor
Se coloca el hueso en su cara ventral con el borde anterior de la escotadura ciática mayor alineado verticalmente. La escotadura en niños forma casi un ángulo recto, acerca de 90°, mientras el ángulo de la escotadura en niñas es más amplio, mayor de 90^{0}. La escotadura ciática mayor también es un criterio importante para el sexamiento en las pelvis adultas.

2. Arco compuesto
Se coloca el ilion como en la observación del ángulo de la escotadura ciática mayor y se traza una línea imaginaria que continúe el borde anterior de la escotadura ciática. En las niñas dicha línea cruza por la superficie auricular, mientras en los niños la línea continúa por el borde lateral de la superficie auricular del ilion. Este criterio se valoriza de igual manera como en innominados adultos.

3. Profundidad de la escotadura ciática mayor
Se coloca el ilion en su cara dorsal, alineando en un mismo plano la espina ilíaca postero-inferior y el borde dorsal de la región acetabular. En niños la escotadura ciática mayor es más profunda que en niñas.

4. Curvatura de la cresta ilíaca

Se observa el ilion desde arriba y la superficie dorsal se alinea en plano horizontal. En las niñas la cresta conforma una S atenuada; en los niños la curvatura es más pronunciada, delineando una S más marcada.

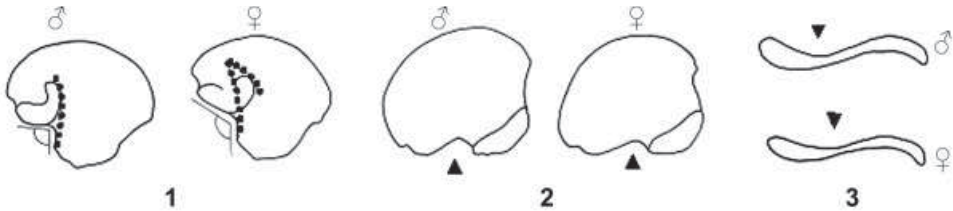


Fig. 3 Características del ilion para el sexamiento en subadultos: 1) ángulo de la escotadura ciática mayor y arco compuesto; 2) profundidad de la escotadura ciática mayor; y 3) la curvatura de la cresta ilíaca (modificado, según Herrmann et al. 1990)

Schutkowski (1993) consideró que las bases de la estimación sexual en esqueletos inmaduros a partir de los rasgos mandibulares y del ilion descritos anteriormente (ver también tabla 2) suministra una adecuada exactitud en el diagnóstico comparable con la que se aplica en restos de individuos adultos; además, la observación no requiere experiencia profunda o equipo técnico avanzado para su aplicación.

Tabla 2 Diferencias osteológicas entre los sexos en niños (según Schutkowski 1993)

característica	niñas	niños
mandíbula		
prominencia del mentón	superficie suave, plana	prominente, cuadrangular, más ancha
forma del arco dental anterior	arco redondeado, forma parabólica brusca	arco más ancho, forma de una U
eversión de la región goniáca	ángulo no evertido, plana	ángulo evertido
ilion		
ángulo de la escotadura ciática mayor	ángulo mayor de 90^0	ángulo más angosto y se acerca a los 90^0
profundidad de la escotadura ciática mayor	poco profunda	profunda
arco compuesto	la línea cruza por la superficie auricular	la línea continúa por el borde lateral de la superficie auricular
curvatura de la cresta ilíaca	la cresta conforma una S atenuada	la curvatura es más pronunciada, delineando una S marcada

Verificando los estudios sobre el sexamiento en subadultos, Weaver (1980) presentó un criterio adicional basado en la superficie auricular del ilion (ver tabla 3). Aparte de la arquitectura distinta de la escotadura ciática mayor ya mencionada, Weaver determinó la faceta auricular como criterio discriminante; en niñas la superficie esta más elevada del ilion que en la pelvis de los niños.

Tabla 3 Características para el sexamiento en subadultos (según Weaver 1980)

característica	niñas	niños
faceta auricular	elevada	no elevada
escotadura ciática mayor	ancha	estrecha

1.2.2. Determinación del sexo en adultos

1.2.2.1. Morfología del cráneo

En la adolescencia se modifican los cráneos de los muchachos significativamente, mientras las jovencitas retienen su aspecto juvenil. Estos cambios afectan en primera línea el viscerocráneo en la región supraorbital y también el mentón del maxilar inferior, que parece más prominente y cuadrangular. Además la forma de las órbitas parece en los hombres cuadrangular y en las mujeres más bien redonda.

El cráneo no es la región del esqueleto cuyo sexo resulta más fácil de determinar, sobre todo si se encuentra roto o fragmentado. De modo general se puede distinguir el cráneo masculino del femenino atendiendo a los siguientes detalles (ver Brothwell 1987):

1) Por lo general es mayor y más pesado.

2) Los rebordes de las inserciones musculares, tales como la línea temporal y la cresta occipital son más marcados.

3) La protuberancia occipital externa y el proceso mastoideo son más desarrolladas.

4) El margen superior del relieve de la órbita es más redondeado.

5) El palatino es mayor.

6) Los dientes son a menudo más grandes (diámetros coronarios mesodistal y bucolingual).

7) La cresta supramastoidea se extiende algo más allá del conducto auditivo externo formando un reborde definido.

8) La mandíbula es más robusta con regiones goniales más desarrolladas y destacadas.

9) La rama de la mandíbula es más ancha y prolongada en los hombres, con procesos coronoides mejor desarrollados.

Habrá que señalar, por último, que el cráneo masculino es mas redondeado en vista lateral, mientras que el femenino tiende a conservar una forma adolescente de apariencia grácil, con pares de eminencias en el frontal y parietal. Figuras 4 y 5 muestran las diferencias craneales al respecto del dimorfismo sexual.

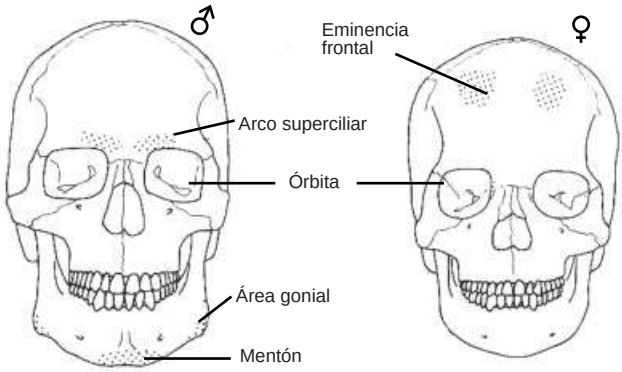


Fig. 4 Características para el sexamiento de cráneos en norma frontal (modificado, según Herrmann et al. 1990)

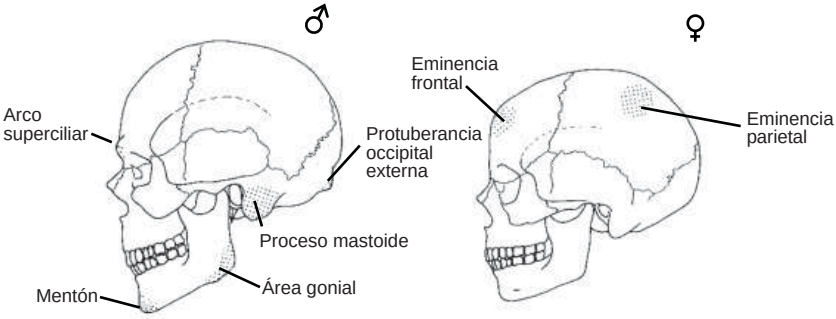


Fig. 5 Características para el sexamiento de cráneos en norma lateral (modificado, según Herrmann et al. 1990)

La siguiente tabla 4 contiene una lista de criterios morfológicos para la discriminación del calvarium y mandíbulas entre mujeres y varones.

Tabla 4 Diferencias morfológicas craneales (según Buikstra & Ubelaker 1994, Ferembach et al. 1980, Herrmann et al. 1990, Mays 1998, Schwartz 1995, Steele & Bramblett 2000, Ubelaker 1999, White 2000)

característica	femenino	masculino
calvarium		
impresión total	pequeña, ligera, grácil, más redondeado	grande, pesada, pronunciación de la inserción muscular
inclinación del frontal	escarpado hasta redondo	obtuso
eminencia frontal /parietal	pronunciado	débil hasta ausente
esqueleto facial	más estrecho, pequeño	más ancho, masivo
glabela	poca pronunciación	muy pronunciado, prominente
arco superciliar	débil	marcado
forma órbita	redondo, más bajo y estrecho	rectangular, más alto y ancho
margen supraorbital	vivo	desafilado
cigomático	plano, llano	áspero, alto y pronunciado
arco y proceso cigomático	delgado, moderado, llano, poca expresión de la inserción muscular	robusto, grueso y alto, inserciones inferiores pronunciadas
borde nasal	menos trazado	demarcado
nasal	pequeño, menos sobresaliente	grande, más sobresaliente
espina nasal	pequeña	grande
palatino	más pequeño, corto, forma parabólica	más largo y ancho, forma de una U
proceso mastoideo	pequeño, punta median	grande, voluminoso, punta vertical
cresta supramastoidea	débil hasta ausente	pronunciado
protuberancia occ. externa	débil hasta ausente	fuerte
plano nucal	relieve débil	relieve marcado
foramen magnum	más pequeño	más grande
cóndilos del occipital	más pequeño	más grande
dientes	más pequeños	más largos, especialmente caninos
mandíbula		
impresión total	pequeña	más fuerte
mentón	redondo, puntiagudo	cuadrangular, prominente
ángulo mandibular	obtuso, llano	escarpado, prominente
eversión gonial	ligera	pronunciada
margen inferior	delgado	grueso
cuerpo mandibular	delgado, llano	grueso, rugoso y alto
rama mandibular	delgada y abierta	gruesa, ancha y vertical
escotadura sigmoidea	profunda	poco profunda
proceso condilar	pequeño	más grande
proceso coronoide	delgado	ancho
arco dental	parabólico	forma de una U
dientes	más pequeños	más grandes, especialmente caninos

La figura 6 muestra entre los tipos extremos el rango de la variabilidad de los criterios específicos cresta nucal, proceso mastoide, borde supraorbital, arco supraorbital y prominencia del mentón en el contexto del sexamiento, publicado por Buikstra & Ubelaker (1994) en los estándares para la recolección de datos fundamentado en restos óseos.

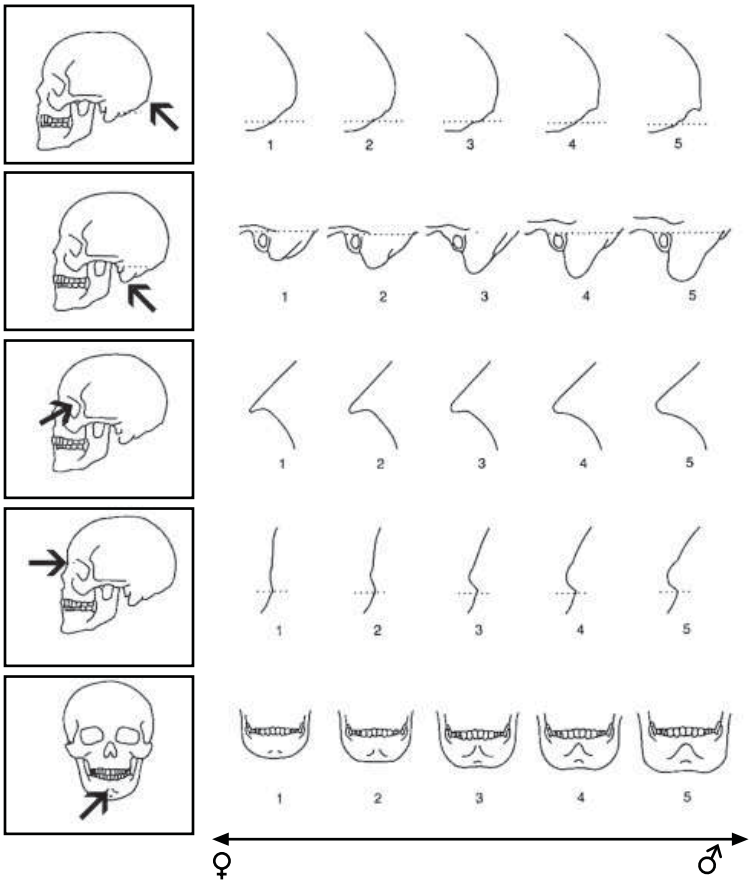


Fig. 6 Expresión de las características cresta nucal, proceso mastoide, borde supraorbital, arcosupraorbital y prominencia del mentón (modificado, según Buikstra & Ubelaker 1994)

Según observaciones provisionales internas, basado en una muestra guatemalteca no representativa, no se observó las expresiones hiper-masculinas (5) para la cresta nucal, el proceso mastoideo y el arco supraorbital. Por eso se recomienda la utilización de estoscriterios bajo precaución, tomando en cuenta el rango de variabilidad existente.

En un simposio efectuado en Praga en el año 1972, varios antropólogos europeos establecieron métodos estandarizados para la determinación del sexo y edad con base en restos óseos. Se elaboraron entre otros el siguiente método para el sexamiento basado en el cráneo, que toma en cuenta diferentes valores o pesos de los criterios descritos (Ferembach et al. 1980).

Determinación del grado de la sexualización con base en el cráneo

Método:
Se multiplica el valor de importancia por el grado del sexo expresado en el cráneo: la graduación refleja la expresión hiper-femenina (-2) del criterio analizado hasta la expresión de apariencia hiper-masculina (+2). El cero (0) se aplica para restos indiferentes.

característica calvarium	**importancia**	**valor**	**suma**
glabela	3	x	
proceso mastoideo	3	x	
plano nucal	3	x	
proceso cigomático	3	x	
arco superciliar	2	x	
eminencia frontal / parietal	2	x	
protuberancia occipital externa	2	x	
cigomático	2	x	
cresta supramastoidea	2	x	
inclinación del frontal	1	x	
margen supraorbital	1	x	
forma órbita	1	x	
mandíbula			
impresión total	3	x	
mentón	2	x	
ángulo mandibular	1	x	
margen inferior de la mandíbula	1	x	
proceso condilar	1	x	
	$\sum$ I		**$\sum$ I*V**

Para definir el grado de la sexualización, se divide la suma total **$\sum$I*V** por la suma de las importancias de las características analizadas **$\sum$I**

$$\textbf{grado del sexo} = \frac{\sum I * V}{\sum I}$$

Resultados menor de 0 indican el sexo femenino, resultados mayor de 0 indican el sexo masculino. El mismo procedimiento se aplica de igual manera para la determinación del sexo con fundamento en el coxal (ver capítulo 1.2.2.2.).

Según varios análisis (ver Schiwy-Bochat 2001) se modificaron los valores de importancia; las características que discriminan los sexos de manera mejor son la glabela, el arco superciliar, el proceso mastoideo, y la cresta supramastoidea del calvarium y la impresión general de la mandíbula.

1.2.2.2. Morfología del innominado

La pelvis proporciona la información más fiable de cara a la determinación del sexo, y es probable que pueda alcanzarse hasta 96% de exactitud en la identificación diferencial. En la adolescencia la pelvis femenina se ensancha como una medida de preparación para el parto, alterando la forma y el tamaño de muchas de sus partes, convirtiendo la cintura pélvica en un indicador fidedigno al finalizar la metamorfosis. De conformidad con el dimorfismo sexual las mujeres poseen un cuerpo de menor tamaño que el hombre, y por tanto un pubis y toda la pelvis generalmente más delgada y ligera; horizontalmente observan mayor extensión mientras que verticalmente es más corta (Genovés 1964), (ver figuras 7 hasta 10). Hasta la adolescencia la cintura pélvica presenta el mismo tamaño y una forma parecida entre muchachos y niñas. En el estado adulto, la pelvis masculina es básicamente una continuidad de la forma juvenil. El lapso de edad en que ocurren los cambios pélvicos es muy variable; la sínfisis púbica femenina se aprecia algunas veces en niñas de edad dental de 8-9 años pero se generaliza hacia los 14-15 años, cuando comienza a fusionarse el acetábulo y erupcionan los segundos molares permanentes (Bass 1995).

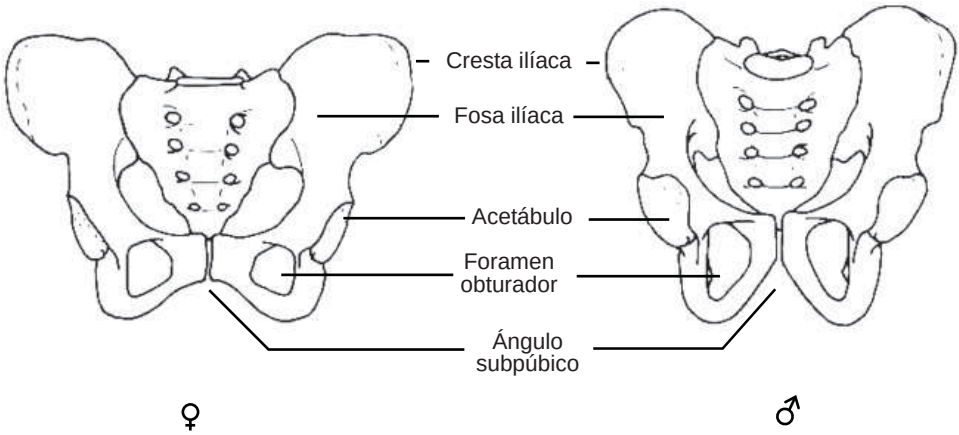


Fig. 7 Características del innominado (modificado, según Herrmann et al. 1990)

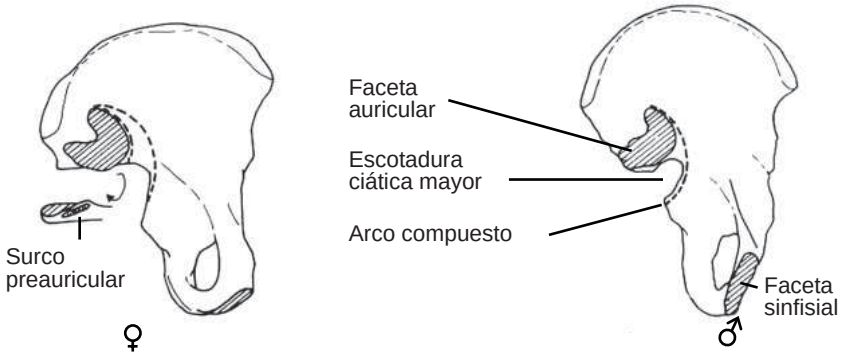


Fig. 8 Características del coxal izquierda (modificado, según Herrmann et al. 1990)

Las diferencias sexuales se hacen más evidentes en la parte anterior del coxal puesto que los cambios ocurren solamente en la terminación medial del pubis. En la parte posterior la metamorfosis en la articulación sacro-ilíaca, afecta ambos huesos, el sacro como el ilion, y se observa una variedad de cambios. El crecimiento adicional de la superficie medial de la sínfisis púbica ensancha el canal pélvico de las mujeres, configurando un arco subpúbico ancho y redondeado. En los hombres el arco subpúbico conforma un ángulo agudo. La sínfisis púbica de las mujeres es proyectada y cuadrangular con una pequeña área triangular de hueso adicional en su margen antero-inferior, y un aplanamiento evidente de su rama anterior. A su vez, la sínfisis púbica de los hombres es gruesa, corta y triangular. Como resultado de la reabsorción del borde medial del agujero obturador, más que por el alargamiento de pubis, la forma triangular es más frecuente en las mujeres de edad (Rodríguez Cuenca 2004).

Buikstra & Ubelaker (1994) publicaron en los estándares de recolección de datos basado en restos óseos los siguientes esquemas para la determinación del sexo mediante la pelvis.

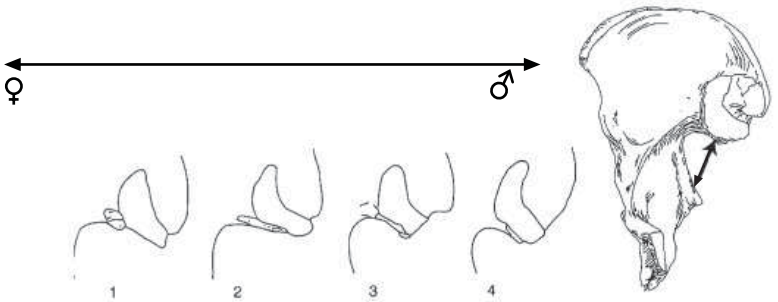


Fig. 9 Expresión del surco preauricular en el coxal derecho (modificado, según Buikstra & Ubelaker 1994)

Según una valoración provisional interna, se recomienda la utilización de este criterio solamente bajo precaución, debido a la frecuencia alta del surco preauricular también en restos masculinos provenidos en una prueba guatemalteca no representativa.

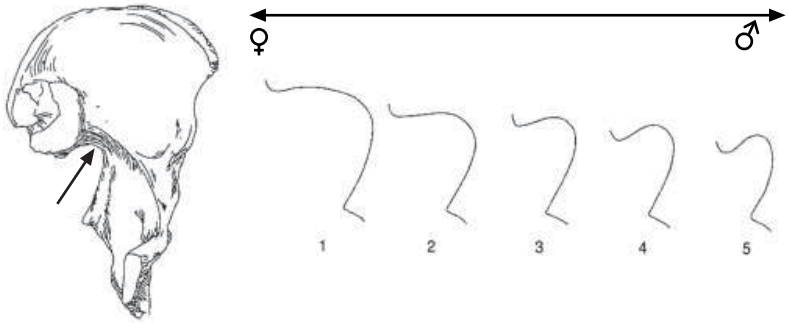


Fig. 10 Expresión de la escotadura ciática mayor en el coxal izquierdo (modificado, según Buikstra & Ubelaker 1994)

La escotadura ciática mayor es uno de los criterios más fiables en la determinación del sexo, además se observa por la estructura la vinculación con el arco compuesto (ver capítulo 1.2.1.). Por eso no es sorprendido, cuando la medición relativa del índice de la escotadura entra en primer plano en análisis morfométricos para la discriminación sexual (Novotny et al. 1993).

En la siguiente tabla se coloca varias características del innominado que se utiliza para distinguir entre los sexos, es decir que muestran un dimorfismo sexual.

Tabla 5 Diferencias morfológicas del innominado (según Buikstra & Ubelaker 1994, Ferembach et al. 1980, Herrmann et al. 1990, Mays 1998, Schwartz 1995, Steele & Bramblett 2000, Ubelaker 1999, White 2000)

característica	femenino	masculino
impresión total	baja, ancha, más grácil con menos inserciones musculares	alta, estrecha, con inserciones musculares marcadas
coxal	bajo, estrecho con ala del ilion descargados y poco relieve de los músculos	alto, estrecho, con relieves fuertes de los músculos
pelvis mayor	ancho	estrecho
cresta ilíaca	curvatura como una poco S	curvatura como una fuerte S
fosa ilíaca	baja, ancha	alta, estrecha
escotadura ciática mayor	extensa, con forma de una U	estrecha, con forma de una V
arco compuesto	arco doble	arco único
espina ciática	aguda	obtusa
surco preauricular	profundo, claro separado	llano hasta ausente
área postauricular	lisa, delgada y amplia	gruesa, áspera y angosta
centro postauricular	trazado	grueso, áspero
fosa postauricular	común	raro
tuberosidad ilíaca	aguda o ausente	ondulada
acetábulo	más pequeño, con sitio lateral	más grande, con sitio antero-lateral
forma del pubis	estrecha y rectangular	ancha
longitud del pubis	más larga	más corta
rama inferior del pubis	curvatura cóncava, constitución de una cresta en el margen caudal	recta hasta convexa, margen caudal plano
ángulo subpúbico	extenso, ángulo obtuso	ancho, ángulo agudo, con forma de una A
arco ventral	presente	ausente
faceta ventral del pubis	medial con un margen torcido	medial sin margen
foramen obturador	triangular con bordes agudos, pequeño	óvalo con bordes redondeado, más grande
cuerpo del isquion	estrecho	ancho
tuberosidad isquiática	poca pronunciación	pronunciación fuerte
faceta auricular	alta, más estrecha hasta el 2. segmento, cambios artríticos	baja, más ancho, hasta el 3. segmento, cambios
sacro	comunes	artríticos raros
faceta de articulación lumbo-sacral	más corto, más ancho parece largo, < 1/3 de la anchura superior	más largo, más estrecho parece pequeño, >1/3 de la anchura superior
curvatura del sacro	más recto	más curvado

Ferembach et al. (1980) publicaron también un método para la determinación del sexo basado en la pelvis, que valora los criterios utilizados según su importancia.

Determinación del grado de la sexualización en base del innominado

Método:
Se multiplica el valor de importancia por el grado del sexo expresado en la pelvis: la graduación refleja la expresión hiper-femenina (-2) del criterio analizado hasta la expresión de apariencia hiper-masculina (+2). El cero (0) se aplica para restos indiferentes.

característica	importancia	valor	suma
surco preauricular	3	X	
escotadura ciática mayor	3	X	
ángulo subpúbico	2	X	
foramen obturador	2	X	
arco compuesto	2	X	
coxal	2	X	
cuerpo del isquion	2	X	
cresta ilíaca	1	X	
fosa ilíaca	1	X	
pelvis mayor	1	X	
acetábulo	1	X	
	$\sum$ **I**		$\sum$ **I*V**

Para definir el grado de la sexualización, se divide la suma total $\sum$ **I*V** por la suma de las importancias de las características analizadas $\sum$ **I**

$$\textbf{grado del sexo} = \frac{\sum I * V}{\sum I}$$

Resultados menor de 0 indican el sexo femenino, resultados mayor de 0 indican el sexo masculino.

Método por Phenice

Con el método establecido por Phenice (1969) se puede clasificar generalmente de manera sencilla el sexo fundado en el innominado. El autor mismo logro clasificaciones correctas hasta 95%, analizando específicamente el pubis. Las características que se observan están contenidas en la tabla 6 y se visualizan en la figura 11.

Tabla 6 Criterios analizados por Phenice (1969)

característica	femenino	masculino
arco ventral en la superficie del pubis	presente	ausente
concavidad subpúbica	presente	ausente
aspecto medial de la rama isquio-púbica	cresta medial presente	cresta ausente

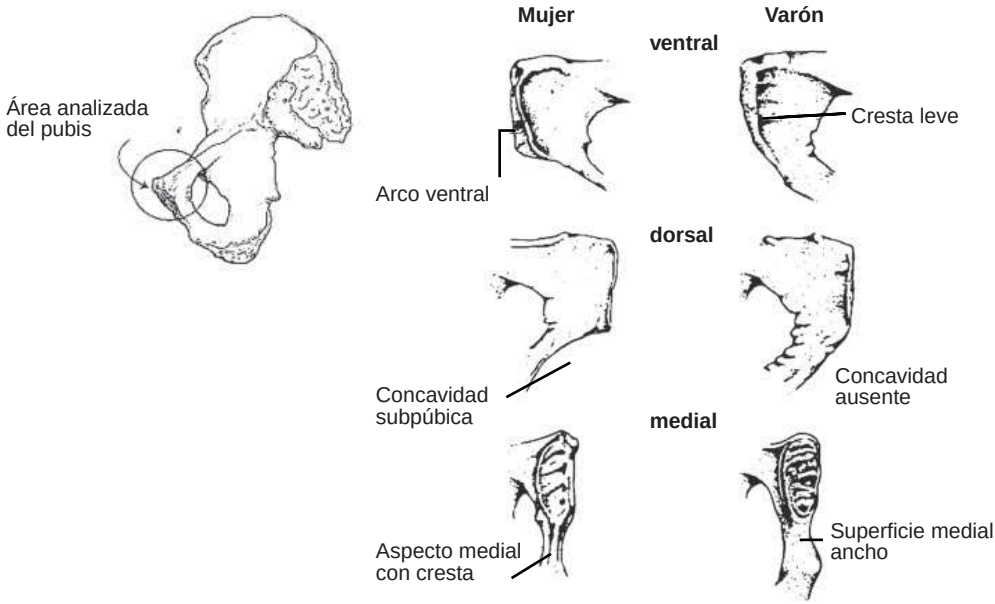


Fig. 11 Aspectos analizados en el pubis (modificado, según Buikstra & Ubelaker 1994)

Según una valoración preliminar interna mediante una prueba guatemalteca no representativa, no se logro porcentajes tan altos de la clasificación correcta. Por eso se recomienda la utilización de los tres criterios conjuntos bajo precaución para la determinación de esqueletos guatemaltecos.

Traumas por embarazos y post partos

Existen modificaciones en las superficies de los huesos en la articulación sacro-ilíaca donde se manifiestan grietas en el borde auricular del sacro, en el surco preauricular del ilion y también en la superficie ventral y en el aspecto superior del borde dorsal del pubis, donde se muestran hoyitos hasta cavernas. Estos cambios se vinculan con embarazos y / o nacimientos y son resultado de la tensión de músculos y ligamentos. Pero no se observa una correlación causal directa entre la cantidad de los hijos nacidos con la cantidad de los traumas presentes (Cox 2000, Kelley 1979, Moore-Jansen et al. 1989, Suchey et al. 1979).

1.3. Métodos morfométricos

Casi todos los huesos y dientes demuestran diferencias del tamaño con valores más pequeños para las mujeres y mediciones más grandes para los hombres. Antropólogos están determinando valores críticos para la discriminación entre los sexos y según la

prueba (tamaño y distribución demográfica) se logra distinguirla; pero en la mayoría de los casos las pruebas documentadas no corresponden al contexto centro-americano. Para el cráneo son más las anchuras y longitudes que las alturas, lo que distinguen entre los sexos; aunque Krenzer (2005) encontró en un análisis craneométrico, basado en la discriminación de 160 individuos guatemaltecos, las variables altura basion-bregma y cuerda occipital que brindan el mayor aporte para la diferenciación del calvarium (para la mandíbula es el diámetro bigonial y la anchura mínima de la rama ascendente). Utilizando estos cuatro mediciones conjuntas en una función de discriminación, se logra una clasificación exacta de 91% de los casos.

La siguiente lista (tabla 7) contiene valores para mediciones del poscráneo, que son compilados de libros de texto de Bass (1995), Mays (1998), Rodríguez Cuenca (2004), Schwartz (1995), Steele & Bramblett (2000) y Ubelaker (1999) a lo cual las cifras negritas indican referencias cercanas.

Tabla 7 Sexamiento con base en la morfometría poscraneal

hueso	medición	mujeres	varones
omóplato	**longitud del cuerpo**	**< 137 mm**	**> 158 mm**
	anchura	**< 96 mm**	**> 103 mm**
	largo de la fosa glenoidea	< 34 mm (26)	> 37 mm (28)
clavícula	longitud	< 125 mm (140)	> 155 mm (158)
esternón	cuerpo	< 2x largo de manubrio	> 2x largo del manubrio
	longitud	**< 131 mm**	**> 140 mm**
	altura máx manubrio	**< 45,3 mm**	**> 48,3 mm**
	altura máx cuerpo	**< 93,5 mm**	**> 97,4 mm**
	ancho mín cuerpo	**< 26,3 mm**	**> 27,0 mm**
	ancho máx cuerpo	**< 31,3 mm**	**> 35,1 mm**
húmero	largo de cabeza	< 43 mm	> 47 mm
	diámetro de la cabeza	< 37 mm	> 44,7 mm
	longitud	< 279,0 +/- 15,3 mm	> 311,3 +/- 19,4 mm
	anchura bicondilar	< 52,4 +/- 4,1 mm	> 60,4 +/- 3,7 mm
radio	diámetro de cabeza	< 21 mm	> 24 mm
fémur	diámetro de cabeza	< 41 mm	> 45 mm
	circunferencia diáfisis	< 81 mm	> 81 mm
	longitud de trocánter	< 405 mm	> 430 mm
	anchura bicondilar	< 70 mm	> 75 mm
	longitud máxima	**< 445,6 mm**	**> 445,6 mm**
tibia	**anchura proximal**	**< 70 mm**	**> 79 mm**
	anchura distal	**< 47 mm**	**> 54 mm**
	circunferencia for. nutricio	**< 83 mm**	**> 98 mm**
coxal	**ancho escotadura / diámetro acetábulo * 100**	**> 87**	**< 87**

Tabla 8 muestra los resultados del análisis de discriminación basado en restos guatemaltecos, publicado por Ríos (2002).

Tabla 8 Sexamiento métrico con base en el método de Ríos (2002, 2004) con permiso de la ODHAG

hueso	medición	medida en cm	fórmula	valor crítico	prob
atlas	distancia entre superficies articulares inferiores		3,921*( )-17,716=	♀< -0,2470>♂	83,5%
	distancia entre superficies articulares superiores		3,787*( )-18,184=	♀< -0,2575>♂	80,7%
clavícula	longitud máxima		1,197*( )-16,738=	♀< -0,3175>♂	88,8%
	circunferencia en ½ diáfisis		3,434*( )-11,197=	♀< -0,2350>♂	86,1%
omóplato	ancho fosa glenoidea		6,470*( )-16,042=	♀< -0,3105>♂	90,0%
	altura fosa glenoidea		5,095*( )-17,476=	♀< -0,3430>♂	90,2%
húmero	longitud máxima		0,704*( )-20,304=	♀< -0,3325>♂	82.2%
	diámetro horizontal de cabeza		6,303*( )-24,300=	♀< -0,5720>♂	97.9%
	diámetro vertical de cabeza		5,379*( )-22,064=	♀< -0,4585>♂	98,1%
	anchura bi-epicondilar		3,258*( )-18,060=	♀< -0,5330>♂	94,0%
	diámetro mínimo ½ diáfisis		6,403*( )-9,822=	♀< -0,2455>♂	84,5%
radio	longitud máxima		0,875*( )-19,308=	♀< -0,5210>♂	91,5%
cúbito	longitud fisiológica		0,944*( )-19,818=	♀< -0,4645>♂	93,7%
fémur	longitud máxima		0,579*( )-23,331=	♀< -0,3740>♂	86,0%
	diámetro vertical de cabeza		5,195*( )-21,697=	♀< -0,4760>♂	96,2%
	diámetro horizontal de cabeza		5,387*( )-22,423=	♀< -0,4260>♂	96,1%
	anchura bi-condilar		3,546*( )-26,807=	♀< -0,6960>♂	98,8%
	diámetro medio-lateral ½ diáfisis		6,305*( )-15,093=	♀< -0,3165>♂	86,3%
	circunferencia ½ diáfisis		2,708*( )-20,902=	♀< -0,3845>♂	86,3%
tibia	longitud máxima		0,570*( )-18,966=	♀< -0,2960>♂	85,7%
	longitud fisiológica		0,602*( )-18,870=	♀< -0,3065>♂	85,6%
	circunferencia foramen nutricio		1,90 *( )-16,022=	♀< -0,3555>♂	88,8%
	diámetro mínimo foramen nutricio		4,942*( )-10,565=	♀< -0,2120>♂	87,0%
	anchura bi-condilar		3,301*( )-23,033=	♀< -0,7090>♂	95,4%
peroné	anchura máxima epífisis distal		6,172*( )-15,005=	♀< -0,3735>♂	90,4%

Generalmente se puede concluir que la utilización de métodos morfométricos no siempre brinda aportes adicionales para la discriminación de los sexos basado en huesos o dientes. Según Mays (1998) son instrumentos para detectar las diferencias métricas, pero no mejoran o profundizan de manera significativa los resultados obtenidos por los métodos morfognósticos. Sin embargo la discriminación métrica atribuye un valor especial al sexamiento en restos incompletos; cuando un análisis morfognóstico del coxal o del cráneo no es posible, las mediciones del poscráneo brindan informaciones valiosas para la determinación del sexo.

Bibliografía

Bass WM (1995) Human osteology: A laboratory and field manual of the human skeleton. Columbia, Missouri: Missouri Arch. Society, Special Public. No.2

Breul D (1974) Methoden der Geschlechts-, Körperlängen- und Lebensalterbestimmung von Skelettfunden. Verlag M. Schmidt-Roemhild, Lübeck

Brothwell DR (1987) Digging up bones. The excavation, treatment and study of human skeletal remains. 3rd ed. Cornell University Press, Ithaca, New York

Bruzeck J (2002) A method for visual determination of sex, using the human hip bone. American Journal of Physical Anthropology 117: 157-168

Buikstra JE & DH Ubelaker (eds 1994) Standards for data collection from human skeletal remains. Proceedings of a seminar at the Field Museum of Natural History. Organized by J. Haas. Arkansas Archaeological Survey Research Series No. 44

Burns KR (1999) Forensic anthropology training manual. Prentice Hall, New Jersey

Byers (2001) Introduction in forensic anthropology. A textbook. Allyn and Bacon, Boston, Sydney, Tokyo

Correa N. S (2002) Determinación de sexo a partir del análisis métrico y discriminante en una muestra de tibias en la población local de Bogotá. Revista Colombiana de Ciencias Forenses 1: 17-21

Cox M (2000) Assessment of parturition. En M Cox & S Mays (eds) Human osteology in archeological and forensic science. Greenwich Medical Media Ltd. London, 131-141

Diaz G. DM (2002) Análisis osteométrico de dimorfismo sexual en una muestra de húmeros de población Colombiana contemporánea de morgue. Revista Colombiana de Ciencias Forenses 1: 6-10

Ferembach D, Schwidetzky I & M Stoukal (1980) Recommendations for age and sex diagnosis of skeletons. Journal of Human Evolution 9: 517-549

France DL (1998) Observational and metric analysis of sex in skeleton. En KJ Reichs (ed) Forensic osteology. Advances in identification of human remains. CC Thomas Publisher, Springfield, Illinois, 163-186

Garn SM, Lewis AB & RS Kerewsky (1964) Sex differences in tooth size. Journal of Dental Research 43: 306

Genoves GT (1962) Introducción al diagnóstico de la edad y del sexo en restos óseos prehistóricos. Instituto de Historia. Universidad Nacional Autónoma de México, México

Genovés S (1964) Diferencias sexuales en el hueso coxal. México: Unam; Inst. Nal. Antrop. Historia

Giles E & O Elliot (1963) Sex determination by discriminant function analysis of crania. American Journal of Physical Anthropology 21: 53-68

Graw M (2001) Morphometrische und morphognostische Geschlechtsdiagnostik an der menschlichen Schädelbasis. En M Oehmichen y G Geserick (eds) Osteologische Identifikation und Altersschäetzung. Schmidt Roemhild, Lübeck, 103-121

Hein B, Krenzer U y A Schmelter (1993) Anthropologische Untersuchungen der Liesborner Skelettserie. En B Trier (ed) Ausgrabungen in der Abtei Liesborn. Eine Dokumentation des Westfälischen Museums für Archäologie, Münster/Westfalen, 123-133

Herrmann B, Grupe G, Hummel S, Piepenbrink H & H Schutkowski (1990) Prähistorische Anthropologie. Leitfaden der Feld- und Labormethoden. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York

Holland TD (1986) Sex determination of fragmentary crania by analysis of the cranial base. Amer. Jour. Physical Anthrop. 70(2): 203-208

Hoyme SLE & MY Iscan (1989). Determination of sex and race: accuracy and assumptions. En MY Iscan & KAR Kennedy (eds) Reconstruction of life from the skeleton. Alan R. Liss, Inc, New York, Singapore, 53-93

Kelley MA (1979) Parturition and pelvic changes. American Journal of Physical Anthropology 51: 541-546

Krogman WM & MY Iscan (1986) The human skeleton in forensic medicine. Springfield, Illinois. CC. Thomas Pub

Krenzer U (1993) Kranialmorphologische Untersuchung zur mesolithisch-neolithischen Transition am Beispiel südosteuropäischer Populationen. M.A., Mainz

Krenzer U (2005) Caracterización biométrica de cráneos guatemaltecos. Centro de Análisis Forense y Ciencias Aplicadas. Guatemala, http://www.cafcaguate.org

Leatherman TL (1998) Gender differences in health and illness among rural populations in Latin America. En Gauer AL & P Stuart-Macadam (eds) Sex and gender in paleopathological perspective. Cambridge University Press, 114-132

Lovell NC (1989) Test of Phenice's technique for determining sex from the os pubis. American Journal of Physical Anthropology 79: 117-120

MacLaughlin SM & MF Bruce (1990) The accuracy of sex identification in European skeletal remains using Phenice characters. Journal of Forensic Sciences 35: 1384-1392

Mays S (1998) The archaeology of human bones. Routledge, London, New York

Mays S & M Cox (2000) Sex determination in skeletal remains. En M Cox & S Mays (eds) Human osteology in archeological and forensic science. Greenwich Medical Media Ltd. London, 117-130

Meindl RS, Lovejoy CO, Mensforth RP & LD Carlos (1985) Accuracy and direction of error in the sexing of the skeleton. American Journal of Physical Anthropology 68: 79-85

Moore-Jansen PH, Ousley SD & RL Jantz (1989) Data collection procedures for forensic skeletal material. Forensic Anthropology Center, Report of Investigations No.48, The University of Tennessee, Department of Anthropology, Knoxville

Novotny V, Iscan MY & SR Loth (1993) Morphologic and osteometric assessment of age, sex, and race from the skull. En MY Iscan y P Helmer (eds) Forensic analysis of the skull. Cranifacial analysis, reconstruction, and identification. Wiley-Liss, New York, 70-88

Penados L & U Krenzer (2004) Antropología Forense. Primera parte. Curso de especialización en medicina legal y ciencias forenses. Modulo II, Ciencias Forenses. Universidad de San Carlos, Guatemala

Phenice TW (1969) A newly developed visual method of sexing in the os pubis. American Journal of Physical Anthropology 30: 297-301

Ríos Frutos L (2002) Determination of sex from the clavicle and scapula in a Guatemalan contemporary rural indigenous population. American Journal of Forensic Medicine and Pathology 23(3): 284-288

Ríos Frutos L (2004) Metric determination of sex from the humerus in a Guatemalan forensic sample. Forensic Science International

Rodríguez Cuenca JV (1994) Introducción a la antropología forense.Análisis e identificación de restos óseos humanos.
http://www.colciencias.gov.co/seiaal/documentos/jvrc03.htm

Rodríguez Cuenca JV (2004) La antropología forense en la identificación humana. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá

Saunders S R & D Yang (1999) Sex determination: Xx or xy from the human skeleton. En Fairgrieve SI (ed) Forensic osteological analysis. A book of case studies. CC Thomas Publishers, Springfield, Illinois, 36-59

Schiwy-Bochat (2001) Morphognostische Geschlechtsbestimmung am menschlichen Schädel. En Oehmichen M & G Geserick (eds) Osteologische Identifikation und Altersschätzung. Research en legal medicine, Vol. 26, Schmidt-Roemhild, Lübeck, 87-102

Schutkowski H (1983) Über den diagnostischen Wert der pars petrosa ossis temporalis für die Geschlechtsbestimmung. Zeitschrift für Morphologie und Anthropologie 74: 129-144

Schutkowski H (1990) Zur Geschlechtsdiagnose von Kinderskeletten. Morphognostische, metrische und diskriminanzanalytische Untersuchungen. Dissertation, Göttingen

Schutkowski H (1993) Sex determination of infant and juvenile Skeletons. I. Morphognostic features. American Journal of Physical Anthropology 90(2): 199-206

Schwartz JH (1995) Skeleton keys. An introduction to human skeletal morphology, development, and analysis. Oxford University Press, New York

Sjovold T (1988) Geschlechtsdiagnose am Skelett. En R Knussmann (ed) Anthropologie. Handbuch der vergleichenden Biologie de Menschen Band I/1. G. Fischer, Stuttgart, New York, 444-481

Steele DG (1976) The estimation of sex on the basis of the talus and calcaneus. American Journal of Physical Anthropology 45: 581-588

Steele DG & CA Bramblett (2000) The anatomy and biology of the human skeleton. Texas A&M University Press

Stewart TD (1954) Sex determination in the skeleton by guess and by measurements. American Journal of Physical Anthropology 12: 385-392

Stewart TD (1979) Essentials of forensic anthropology, especially as developed in the United States. CC. Thomas. Springfield, Illinois

Stone AC, Milner GR, Pääbo S & M Stoneking (1996) Sex determination of ancient human skeletons using DNA. American Journal of Physical Anthropology 99: 231-238

Suchey JM, Wisley DV, Green RF & TT Noguchi (1979) Analysis of dorsal pitting in the os pubis in an extensive sample of modern American females. American Journal of Physical Anthropology 51: 517-540

Sutherland LD & JM Suchey (1991) Use of the ventral arc in pubis sex determination. Journal of Forensic Sciences 36: 501-511

Ubelaker DH (1999) Human skeletal remains. Excavation, analysis, interpretation. Taraxacum-Washington, Smiths. Inst. Manuals on Archaeology 2

Walsh-Haney H, Katzmarzyk C & A B Falsetti (1999) Identification of human skeletal remains: Was he a she o she a he? En Fairgrieve SI (ed) Forensic osteological analysis. A book of case studies. CC Thomas Publishers, Springfield, Illinois, 17-35

Washburn JL (1948) Sex differences in the pubic bone. American Journal of Physical Anthropology 7: 425-432

Weaver DS (1980) Sex differences in the ilia of a known sex and age sample of fetal and infant skeletons. American Journal of Physical Anthropology 52: 191-195

White TD (2000) Human osteology. 2nd ed. Academic Press, San Diego, New York, Tokyo

Wienker CW (1984) Sex determination from human skeletal remains: A case of mistaken assumptions. En TA Rathburn & JE Buikstra (eds) Human identification. Case studies in forensic anthropology. CC Thomas Publishers, Springfield, Illinois, 229-243

COMPENDIO DE MÉTODOS ANTROPOLÓGICO FORENSES

Tomo I	Osteometría
Tomo II	Métodos para la determinación del sexo
Tomo III	Estimación de la edad osteológica en adultos
Tomo IV	Estimación de la edad osteológica en subadultos
Tomo V	Características individualizantes
Tomo VI	Antropología dental
Tomo VII	Cambios posmortem
Tomo VIII	Traumas y paleopatología

ISBN 99922-859-2-3
9 789992 285923

ded
Deutscher
Entwicklungsdienst

Visite nuestro sitio en internet
http://www.cafcaguatemala.org

eed
Servicio de las Iglesias Evangélicas en Alemania para Desarrollo

COMPENDIO DE MÉTODOS ANTROPOLÓGICO FORENSES

PARA LA RECONSTRUCCIÓN DEL PERFIL OSTEO-BIOLÓGICO

Udo Krenzer

Tomo III

ESTIMACIÓN DE LA EDAD OSTEOLÓGICA EN ADULTOS

CAFCA
CENTRO DE ANALISIS FORENSE Y CIENCIAS APLICADAS

3
Serie de Antropología Forense

Compendio de métodos antropológico forenses para la reconstrucción del perfil osteo-biológico

Udo Krenzer

Tomo III
Estimación de la edad osteológica en adultos

Guatemala
2006

Elaborado por: Udo Krenzer
Centro de Análisis Forense y Ciencias Aplicadas
CAFCA
2 calle 6-77, zona 1
Ciudad, Guatemala
Teléfono: (502) 2253-2080
http://www.cafcaguatemala.org

Financiado por: DED y EED

Diseño de portada: Rafael Molina

Diagramación de interiores: CIBER NEGOCIOS
Teléfonos: (502) 2450-4889 (502) 2256-1276
E-mail: ventas@cibernegociosguatemala.com

Primera edición 2006
Serie de Antropología Forense
Tomo 3

ISBN: 99922-859-3-1

Compendio de métodos antropológico forenses para la reconstrucción del perfil osteo-biológico

Tomo III

Estimación de la edad osteológica en adultos

Contenido

1.	Estimación de la edad osteológica en adultos	1
1.1.	Introducción	1
1.2.	Cambios en el cráneo	3
1.2.1.	Obliteración de las suturas craneales	3
1.2.1.1.	Sistemas de la obliteración ectocraneal	4
1.2.1.2.	Obliteración de las suturas palatinas	7
1.2.2.	Cambios en los dientes	7
1.2.2.1.	Observaciones del desgaste dental	8
1.2.2.2.	Translucidez en la raíz	14
1.2.2.3.	Cemento de los dientes	16
1.2.2.4.	Histomorfometría en los dientes	16
1.3.	Cambios en el poscráneo	19
1.3.1.	Osificación del cartílago tiroides	19
1.3.2.	Metamorfosis del fin esternal de la clavícula	21
1.3.2.1.	Observaciones radiográficas en la clavícula	22
1.3.3.	Metamorfosis de los fines esternales de las costillas	24
1.3.3.1.	Observaciones radiográficas en las costillas	30
1.3.4.	Modificación en las vértebras	32
1.3.5.	Cambios en la pelvis	33
1.3.5.1.	Metamorfosis de la faceta auricular	33
1.3.5.2.	Metamorfosis de la sínfisis púbica	38
1.4.	El método complejo	54
1.5.	Cambios de la estructura histológica	59
1.6.	Racemización del ácido aspártico	61
	Bibliografía	63

1. Estimación de la edad osteológica en adultos

1.1. Introducción

La estimación de la edad basada en restos esqueletizados tiene mucho más probabilidades de ser exacta, cuando se trata de individuos que no han alcanzado la madurez o de adultos jóvenes. Los restos de personas de edades mayores presentan un problema más grande, y cuando se trata de poblaciones no contemporáneas resulta difícil estar seguros de que los cambios producidos por la edad ocurrieron a las mismas edades que en las poblaciones modernas y que presentaban idéntica variabilidad grupal.

De todos modos, la información sobre la edad representa un rasgo fundamental sobre el perfil biológico del individuo analizado. En general, los antropólogos usan sistemas de comparación de distintos indicadores del esqueleto (ver figura 1). Por eso, el investigador puede determinar la edad biológica fundamentado en los huesos, pero este valor no necesariamente refleja la edad cronológica del individuo, pues está influenciada por diferentes factores internos y externos, como la filiación ancestral, la estructura (social) de la población, diferentes velocidades del desarrollo (ontogénesis), influencias genéticas, enfermedades, estrés ocupacional y actividades físicas, medio ambiente, recursos o la alimentación. Por tanto, toda estimación de la edad biológica basado en restos esqueletizados siempre conlleva un cierto margen de error causado por la variabilidad biológica (Acsádi & Nemeskéri 1970, Bass 1986, Brothwell 1987, Cox 2000, Herrmann et al. 1990, Iscan 1989b, Mays 1998, White 2000).

En general, los períodos de osificación y edades de erupción de los dientes se han elaborado sobre la base de muestras norteamericanas y europeas y tal vez no es válido transferir los resultados uno por uno sin graduación o ajustes específicos a otras partes de la población mundial. Es por ello que la eficacia de los métodos o de la estimación de la edad depende directamente de la población de referencia.

El método de la estimación biológica de la edad se realiza de manera analítica, comparativa y complejo, y consiste en el conjunto de operaciones de carácter científico, encaminadas a la reconstrucción más completa posible de las particularidades biológicas de los individuos y de su conjunto, recurriendo a sus restos óseos en calidad de fuente de información.

Se divide la edad en individuos adultos en las siguientes tres etapas:

- Adulto menor (20 –26 años)
- Adulto mediano (27 – 33 años)
- Adulto mayor (34 – 40 años)

Para una descripción más detallada de las etapas de la edad óseo-biológica, antropólogos utilizan las distintas categorías presentadas en tabla 1.

Tabla 1 Categorías de edad utilizadas en estudios antropológicos

categoría	edades correspondientes
embrión	primeros dos meses de gestación
fetos	tercer mes hasta nacimiento
prenatal	antes de nacimiento
perinatal	durante el nacimiento
neonato	nacimiento hasta segundo mes
infans I	tercer mes hasta 6 años (dentición decidua - erupción del primer molar)
infans II	7 hasta 14 años (M1 - erupción del segundo molar)
juvenil	14 hasta 21 años (M2 – fusión epifisial)
adulto	20 hasta 40 años (inicio de la obliteración de las suturas craneales)
maduro	40 hasta 60 años
senil	mas de 60 años

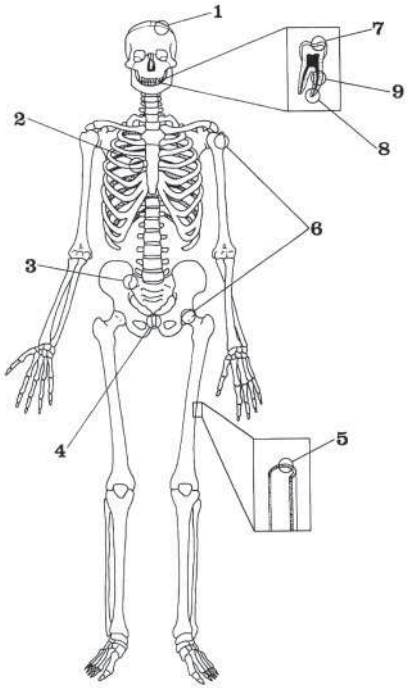


Fig. 1 Variedad de métodos para la estimación de la edad esqueletal: 1) suturas craneales; 2) fines esternales de las costillas; 3) faceta auricular; 4) sínfisis púbica; 5) histomorfometría; 6) método complejo; 7) desgaste dental; 8) anulación de cemento dental; 9) translucidez de la raíz (por Mays 1998)

Como regla general, los investigadores forenses analizan la mayor cantidad de criterios esqueletales para lograr una estimación de la edad biológica más cercana a la edad cronológica. Dentro de este proceso se debe aplicar los siguientes criterios, la fidelidad, habilidad para proveer un diagnóstico de la variable real aunque de valor desconocido, la precisión, reproducibilidad de la estimación, la accesibilidad, fácil ejecución, la aceptabilidad, ausencia de solapamiento en la medida, la evidencia documentada, presencia de una metodología apropiada y estándares previamente revisados y aceptados, y la totalidad, habilidad de suministrar toda la información necesaria y requerida (Rodríguez Cuenca 2004).

1.2. Cambios en el cráneo

En el cráneo, el antropólogo identifica distintos cambios relacionados con la edad de los individuos. Entre estos, los más valiosos son las obliteraciones de las suturas endo y ectocraneales (sutura sagital, coronal y lambda) y el desgaste de los dientes, aunque éste se ve más afectado por factores externos, como la nutrición y el medio ambiente. Se utiliza además los dientes como base para efectuar estudios avanzados genéticos, histomorfométricos o del cemento (ver capítulos 1.2.3 en adelante).

1.2.1. Obliteración de las suturas craneales

Ninguna otra parte del esqueleto humano ha sido más analizada para determinar los procesos de madurez como las suturas craneales, que obliteran desde la tabla interna hasta la tabla externa. Por eso se establecieron metodologías para ambas observaciones, tanto endocraneal como ectocraneal. Pero tampoco existen indicadores de la edad biológica de un individuo con más variabilidad que aquellas (Key et al. 1994, Rodríguez Cuenca 1994).

En el estado infantil y juvenil, las suturas se aprecian completamente abiertas; en la edad adulta se van obliterando paulatinamente hasta su completa sinostosis en la vejez. Además de este proceso natural, el material óseo enterrado bajo tierra puede sufrir modificaciones en virtud del grado de acidez o salinidad del suelo (Genovés 1967). Algunos autores (McKern & Stewart 1957, Singer 1953, Brooks 1955, citados por Meindl & Lovejoy 1985) han desestimado el uso del grado de obliteración sutural como un indicativo de edad, por considerar errático el proceso de sinostosis. No obstante, Meindl & Lovejoy han considerado su utilidad en calidad de indicador independiente de edad, siempre y cuando se le combine sistemáticamente con otros elementos del diagnóstico. Igualmente continua la discusión sobre el grado de incidencia del sexo y filiación racial en el proceso de sinostosis. En este sentido Genoves & Maessmacher (1959) han analizado 101 cráneos mexicanos (indígenas y mestizos), pero no encontraron ningún indicio de muestras de vejez diferentes a causa de variabilidad poblacional (Rodríguez Cuenca 1994). Como observación se puede añadir, que ninguna de las metodologías toma en cuenta los cambios causados por el estrés ocupacional, por ejemplo el uso extenso de mecapales, que se utiliza frecuentemente en la población rural guatemalteca.

1.2.1.1. Sistemas de la obliteración ectocraneal

I. Obliteración de las suturas ectocraneales por Olivier
El sistema elaborado por Olivier (1960) divide la sutura sagital, coronal y lambda en total en 16 áreas con rangos amplios establecidos para la estimación de la edad con base en la obliteración ectocraneal (ver figura 2). Para la investigación, se observa cada uno de los 16 segmentos para establecer un rango de la edad (Szilvassy 1988).

II. Obliteración de las suturas ectocraneales por Vallois
En el sistema ectocraneal por Vallois (1937) se observa las mismas 16 regiones de las tres suturas como en el método mencionado anterior por Olivier. Generalmente se observa, que los rangos aplicados por Vallois son más estrechos; además este autor estableció una división entre los sexos (Szilvassy 1988).

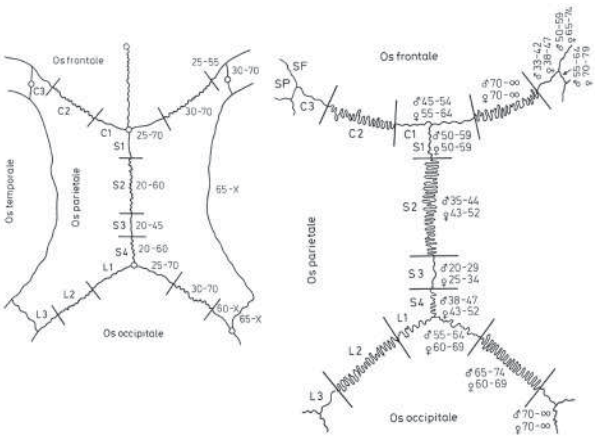


Fig. 2 Sistemas de la estimación de la edad con base en suturas ectocraneales por Olivier (izquierda) y Vallois (derecha) (por Szilvassy 1988)

III. Obliteración de las suturas ectocraneales por Meindl & Lovejoy
La metodología para la determinación de la edad fundamentada en las suturas craneales por Meindl & Lovejoy (1985) parece rápida, replicable y fiable. Se observa la región alrededor de un centímetro de los puntos definidos (ver a continuación), apreciando el grado de cierre sutural a trasluz, prefiriendo la tabla externa (ectocraneal) por cuanto la actividad de la obliteración es más rápida a nivel interna (endocraneal). El sistema funciona solamente con cráneos enteramente conservados, donde se puede determinar todos los puntos de referencia para calcular el valor de composición. En cráneos dañados no se aplica esta metodología por falta de dichos valores para la computación.

Puntos del sistema de la caja craneal

1) **Midlambdoideo:** punto medio de cada mitad de la sutura lambdoidea en la porción intermedia
2) **Lambda:** porción lámbdica en la intersección de la sutura sagital y lambdoidea
3) **Obelion:** intersección de la línea transversal, que une los dos agujeros parietales con la sutura sagital
4) **Sagital anterior:** punto en la intersección del tercio anterior y dos tercios posteriores de la sutura sagital
5) **Bregma:** intersección de las suturas sagital y coronal
6) **Midcoronal:** punto medio en cada mitad de la sutura coronal
7) **Pterion:** intersección de las sutura parietoesfenoidal con la coronal; región en la porción superior del ala mayor del esfenoides

Puntos del sistema lateral anterior

(incluye también los puntos midcoronal y pterion del sistema de la caja craneal)

6) **Midcoronal:** punto medio en cada mitad de la sutura coronal
7) **Pterion:** intersección de las sutura parietoesfenoidal con la coronal; región en la porción superior del ala mayor del esfenoides
8) **Esfenofrontal:** punto medio en la sutura esfenofrontal
9) **Esfenotemporal inferior:** punto de la sutura esfenotemporal, que se forma en la intersección con la línea que une ambos tubérculos articulares de la unión temporomandibular
10) **Esfenotemporal superior:** punto en la sutura esfenotemporal ubicado a 2 cm debajo de su articulación con el hueso parietal

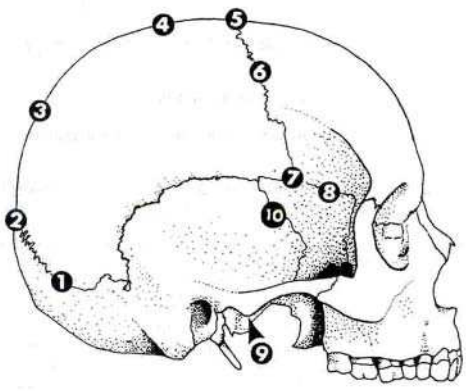


Fig. 3 Puntos ectocraneales para la observación de la obliteración (por Meindl & Lovejoy 1985)

Para la observación de la obliteración ectocraneal se aplican los siguientes grados de la sinostosis:

Grado 0: Abierto. No se presenta evidencia de cierre ectocraneal (tabla externa)
Grado 1: Sinostosis mínima. Formación de un puente óseo mínimo alrededor de la sutura que puede alcanzar hasta el 50% de sinostosis del sitio
Grado 2: Sinostosis significativa. Grado marcado de obliteración, aunque sin alcanzar el cierre completo, más de 50% obliterado
Grado 3: Obliteración completa. Fusión completa en la región analizada

Según los coeficientes de correlación, los puntos pterion, esfenofrontal, midlambdoideo y lambda son los que más se relacionan con el incremento de la edad. El punto pterion parece ser el mejor indicador del advenimiento de la década de los 40 años; el esfenotemporal refleja procesos característicos de las edades superiores a esta década; el obelion exhibe una actividad temprana en la mayoría de los casos; el punto esfenofrontal inicia su obliteración después del midcoronal.

En general, el sistema lateral anterior es supuestamente el mejor indicador de la edad biológica (Meindl & Lovejoy 1985). Cuando un espécimen presenta obliteración completa de sus suturas, se debe verificar su edad, utilizando otros indicadores del esqueleto como los dientes o el poscráneo. El sexo y la filiación ancestral dan sesgos poco significativos en el diagnóstico de la edad. La tabla 2 da la información sobre las edades correspondientes con el grado de la obliteración.

Tabla 2 Estimación de la edad por el sistema de la obliteración ectocraneal (según Meindl & Lovejoy 1985, White 2000)

caja craneal (1-7)							
0 (abierta)	**1, 2**	**3-6**	**7-11**	**12-15**	**16-18**	**19, 20**	**21 (cerrado)**
	20,9-40,1	26,9-42,5	30,3-48,5	32,6-57,8	38,3-59,3	38,9-64,1	
35-49	18-45	22-48	24-60	24-75	30-71	23-76	40-
sistema lateral / anterior (6-10)							
0, 1	**2**	**3-5**	**6**	**7, 8**	**9, 10**	**11-14**	**15 (cerrado)**
23,7-40,3	30-42,4	31,1-51,1	32,7-54,1	36,3-54,4	39,4-64,4	47,7-64,7	
19-48	25-49	23-68	23-63	32-65	33-76	34-68	

Para concluir cabe subrayar, que ningún criterio de edad aplicado de manera independiente o aislado al conjunto del organismo, es tan preciso para reflejar los distintos procesos que se acumulan con la edad. El criterio ectocraneal, según Meindl & Lovejoy, es superior al componente del sistema púbico (sínfisis) tradicional (ver capítulo 1.3.5.2.); de igual valor informativo al criterio radiográfico del fémur (comparar capítulo 1.4.); inferior al sistema de la superficie auricular del ilion (ver capítulo 1.3.5.1.), al sistema funcional de la atrición dental (ver capítulo 1.2.3.1.) y al sistema revisado del pubis (ver capítulo 1.3.5.2.) (Rodríguez Cuenca 2004).

1.2.1.2. Obliteración de las suturas palatinas

Mann et al. (1987) sugirieron, que las cuatro suturas palatinas (incisiva, interpalatina, intermaxilar y palatomaxilar) son indicadores generales para la estimación de la edad; sin embargo se utiliza el método no exclusivamente en casos de individuos adultos, sino también en las etapas anteriores. Observando las suturas incisivas e interpalatinas se distinguen los estados siguientes (ver también Gruspier & Mullen 1991):

Subadultos: poca o ninguna obliteración de la sutura incisiva (tampoco de las otras), suturas ásperas

Adultos menores: (18 en adelante) alguna obliteración de la sutura interpalatina, más de ½ sutura incisiva obliterada, superficie de apariencias más lisa

Ancianos: (50 en adelante) obliteración por partes de tres o más suturas, superficie del maxilar es lisa; cuando todas las suturas son obliteradas, el individuo tenia supuestamente más de 50 años.

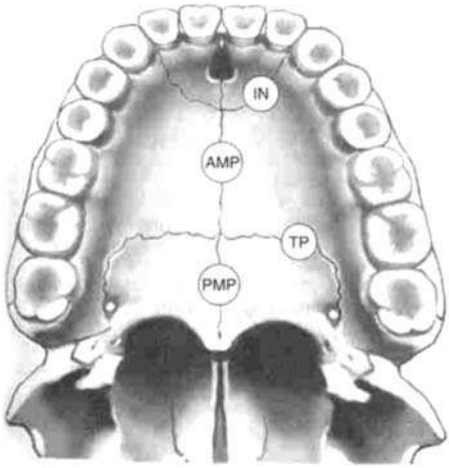


Fig. 4 Ubicación de las suturas palatinas IN= incisiva; AMP= intermaxilar; PMP= interpalatina; TP= palatomaxilar (por Byers 2001)

1.2.2. Cambios en los dientes

Por su presencia en el contexto arqueológico, los dientes proporciónan una manera excelente para estimar la edad en adultos. Al lado de los métodos tradicionales como la observación del desgaste, que tiene la tendencia de subestimar la edad cronológica, se puede aplicar fácilmente la translucidez de la raíz dentaria, o en investigaciones más complejas el depóstio del cemento o métodos histomorfológicos.

1.2.2.1 Observaciones del desgaste dental

El desgaste de los dientes depende fuertemente de la dieta y la forma de preparación de los alimentos de la población analizada. Además, reflejan formas típicas e individuales de masticación y dureza diferentes del esmalte en el perfil del desgaste.

Normalmente, los dientes se desgastan por su uso, conduciendo a una reducción paulatina de la superficie oclusal, inicialmente del esmalte y posteriormente de la dentina, abarcando la cavidad pulpar en casos severos, hasta la destrucción total de la corona. El proceso de desgaste dental contiene dos componentes: atrición, que es el resultado del contacto directo - diente contra diente - y depende en gran medida del grado de robusticidad del aparato masticatorio y de la intensidad y duración del contacto; por otra parte, la abrasión es producto del contacto con materiales extraños y depende por ejemplo del grado de abrasividad de alimentos. Así, el maíz u otros granos molidos en metates de piedra contienen pequeñas partículas desprendidas durante el proceso de molienda, con alto componente silíceo, que genera un desgaste fuerte de la superficie oclusal de forma cóncava, cavitando las fosas hasta destruir las cúspides. Además de los factores genéticos, que condicionan el grado de dureza del esmalte, inciden por ejemplo el pulido durante el sueño (bruxismo), los hábitos alimenticios y las costumbres culturales (mascar tabaco, fumar pipa, destapar botellas con los dientes, preparar materiales como pieles o sostener objetos mientras se pesca, caza o trabaja). El desgaste también se produce en las superficies mesial y distal (interproximales) por el contacto entre dientes adyacentes, por el movimiento durante su uso (Herrmann et al. 1990, Rodríguez Cuenca 1994).

A pesar de que el desgaste dental ocurre durante la vida del individuo, la naturaleza de su variación ha dificultado la medición y correlación con la edad de la persona. Desde la escala de cinco grados propuesta por Paul Broca a finales del siglo antepasado, diferentes autores han tratado de medir el desgaste, correlacionándolo con patrones de cambio (Murphy 1959, Brothwell 1989), la función y variabilidad cultural (Molnar 1971), técnicas de medición (Guerasimov 1955, Zoubov 1968, Alexeev & Debetz 1964, Scott 1979, Lovejoy 1985), la enumeración de anillos en el cemento (Charles et al. 1989, Naylor et al. 1985) y el gradiente del grosor del esmalte (Macho & Berner 1994).

Generalmente, se toma como punto de referencia la variación intraindividual en las tasas de desgaste, teniendo en cuenta la diferencia de aproximadamente seis años entre la erupción del M1 y M2, y entre M2 y M3 (Miles 1963a, b, Mays 1998). Para comparar las muestras en relación a la tasa de desgaste, se computa el rango medio de diferencia o área entre generalmente los molares inferiores M1 y M2, M2 y M3 y también M1 y M3, calculando su correlación dentro de la misma población que se va a evaluar (Scott & Turner, 1988). Por tal razón, se recomienda medir el grado de desgaste de individuos juveniles dentro de la misma población, calculando el gradiente de destrucción de la corona entre los 6 años cuando erupcionan los primeros molares, hasta los 12 años cuando erupcionan los segundos molares, y entre esas edades y el tiempo trascurrido hasta la aparición de los terceros molares (Rodríguez Cuenca 1994).

De la revisión de las propuestas metodológicas para la evaluación del desgaste dental y su aplicación en la estimación de la edad de un individuo o de una población, cabe subrayar que su diagnóstico constituye solamente una aproximación, y requiere el conocimiento del contexto poblacional del grupo en cuestión con el fin de evitar el sesgo producido por distintas dietas alimenticias, prácticas culturales, diferencias a nivel de sexo y factores genéticos (comparar capítulo 1.1.).

Con el fin de obtener un diagnóstico de edad biológica más aproximado a la realidad, se recomienda aplicar la seriación y el método complejo (ver capítulo 1.4.), es decir, utilizar todas las fuentes de información de edad del individuo, promediando los resultados.

I. Sistema de observación del desgaste por Miles

Este sistema fue publicado en el año 1962 con base en una población de referencia premedieval de Inglaterra y enfoca las facetas de oclusión en los molares, que aparecen a un ritmo definido: el M1 con 6 años, el M2 con 12,5 años y el M3 con 19 años, aunque la erupción de la muela de juicio es variable. Este esquema sirve especialmente para poblaciones cuya dieta que incluye en gran parte tejidos o materiales duros y por eso abrasivos.

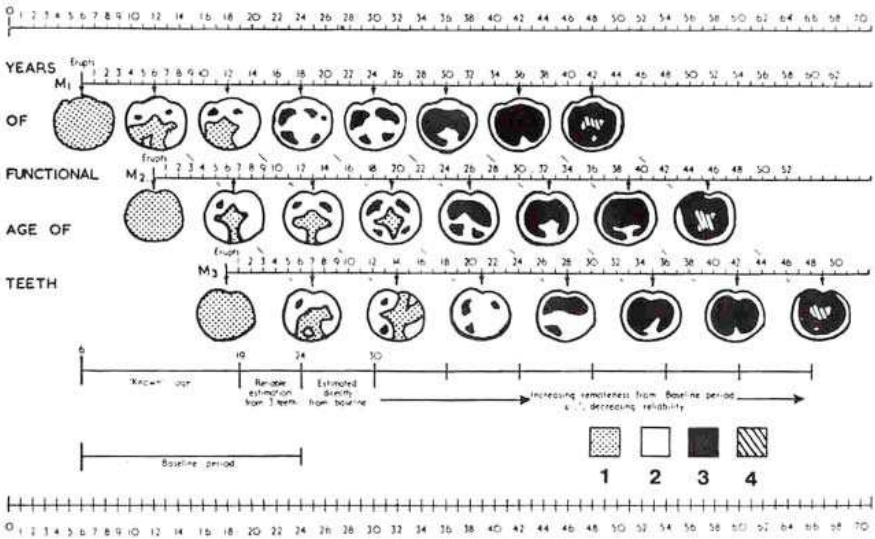


Fig. 5 Sistema del desgaste en molares por Miles 1963 (según Brothwell 1989)

En un estudio evaluativo, Kieser et al. (1983) encontraron correlaciones significativas entre el esquema de desgaste dental por Miles y las edades cronológicas de una población indígena de Paraguay (Lengua, ver tabla 3). También Nowell presento una evaluación al respecto.

Tabla 3 Comparación de valores reales y estimados en base del desgaste dental (según Mays 1998)

rango de edad real	cantidad	promedio de edad cronológica	estimación a través del esquema
20 – 22	18	20,38	20,55
23 – 24	9	23,50	23,70
25 – 26	19	25,10	24,89
27 – 30	11	28,72	29,00
31 – 36	24	33,60	33,50
37 – 46	23	40,78	41,56
47 – 56	23	50,82	53,17

II. Sistema de observación del desgaste por Brothwell

Se define el desgaste dental como la pérdida de sustancia de los dientes durante la masticación, debido a la fricción de una superficie dentaria con otra, así como el efecto abrasivo de las sustancias duras que pueda contener el alimento. En los puntos de contacto se producen facetas superficiales, como consecuencia del ligero movimiento que se da. El sistema del desgaste dental de los molares elaborado por Brothwell (1965) fue establecido con base en poblaciones premedievales de Inglaterra.

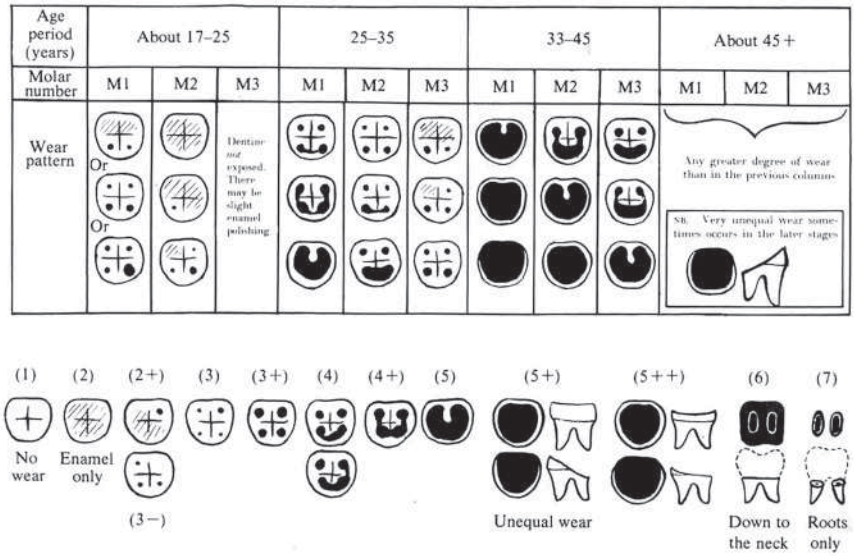


Fig. 6 Sistema del desgaste en los molares (por Brothwell 1981)

Brothwell (1981) mencionó, que el grado de desgaste debería cotejarse, siempre que fuese posible, con los márgenes de edad, que proporcióna la sínfisis púbica, específicamente en varones.

III. Sistema de observación del desgaste por Guerasimov
Guerasimov (1955, citado por Alexeev & Debetz 1964) sugirió la siguiente escala de desgaste que se aplica en la observación en los dientes maxilares:

Grado 0: Desgaste ausente
Grado 1: Desgaste del esmalte
Grado 2: Cúspides de la corona; en incisivos y caninos se aprecia desgaste de la superficie incisa
Grado 3: Aparecen puntos aislados de la dentina expuesta
Grado 4: Desgaste afecta la cavidad pulpar
Grado 5: Corona está completamente expuesta
Grado 6: Corona se aprecia completamente desgastada

Para la determinación de la edad, se utiliza igual como en el método de Zoubov tabla 4.

IV. Sistema de observación del desgaste por Zoubov
A. A. Zoubov (1968) modificó ligeramente la secuencia de desgaste dental propuesta por Guerasimov, sugiriendo algunas variantes en el proceso de aparición de los componentes principales de la corona, aunque mantuvo la misma escala de edad. Zoubov especifico los cambios al respecto de los tipos de dientes maxilares analizados.

Premolares y molares:

Grado 0: Ausencia completa de huellas de desgaste, los dientes erupcionaron recientemente
Grado 1: Se observan facetas de desgaste en algunas partes de la superficie de la corona, las puntas de las cúspides se han aplanado y redondeado
Grado 2: Aparecen puntos aislados de la dentina en las puntas de las cúspides
Grado 3: Desgaste de todas las partes sobresalientes de la corona y formación de grandes espacios de dentina expuesta; el esmalte se conserva solamente en surcos y fosas
Grado 4: Desgaste de todo el esmalte; toda la superficie oclusal está compuesta de dentina expuesta
Grado 5: Desgaste de la corona hasta la mitad de su altura
Grado 6: Desgaste de la corona hasta el cuello

Incisivos y caninos:

Grado 0: Ausencia completa de desgaste; en los incisivos se aprecian muy bien los mamelones de la superficie incisal
Grado 1: Desgaste de los mamelones en incisivos; en los caninos se observa ligero aplanamiento y redondeo de la punta cuspídea
Grado 2: Aparece una franja delgada de dentina en los incisivos; en los caninos surge un punto de dentina en la punta cuspídea
Grado 3: Aparece una amplia superficie de dentina, de forma alargada en los incisivos y redondeada en los caninos
Grado 4: Desgaste de la corona hasta la mitad de su altura
Grado 5: Desgaste total de la corona hasta el cuello

Tabla 4 contiene las edades en correlación al desgaste dental según los sistemas de Guerasimov y Zoubov.

Tabla 4 Correlación entre la edad y el desgaste dental maxilar (por Rodríguez Cuenca 1994, 2003)

edad	10-13	13-14	14-16	16-18	18-20	20-25	25-30	30-35	35-40	45-50	50-60	60-70
I	0	0-1	1	1-2	2-3	2-3	3	3	3	3-4	4-5	5-6
C	0	0	0	1	2	2	2	2-3	3	3-4	4	5
P	0	0	1	1	2	2	2-3	2-3	3	3-4	4	5-6
M^1	0	0	0	1	2	2	2-3	3	3-4	4	5	5-6
M^2	0	0	0	0	1	2	2	2-3	3	3-4	4-5	6

Se aplicó los valores de esta tabla en una evaluación de edad en material óseo prehispánico de Colombia, correlacionando los distintos gradientes con la metamorfosis de la sínfisis púbica, la superficie auricular del ilion y la terminación esternal de la cuarta costilla (ver capítulo 1.3.3.), además con la formación y erupción dental y la sinostosis de los centros secundarios de osificación (para ambos comparar tomo IV), arrojando buenos resultados hasta los 35-40 años de edad. Después de este intervalo, como consecuencia del intenso desgaste producido por el tipo de dieta alimenticia, los parámetros de edad sobrestiman considerablemente, asignándose una edad superior a la real. Por el contrario, en material forense contemporáneo la edad se subestima, pues la dieta alimenticia es más blanda y produce menos abrasión, pero excluyendo los grupos indígenas, por ejemplo los guajiros colombianos, en donde además de continuarse moliendo el maíz en metates, la arena levantada por los vientos de la península de la Guajira se introduce en la boca, produciendo un desgaste adicional (Rodríguez Cuenca 1994).

V. Sistema de observación del desgaste por Lovejoy

C. O. Lovejoy (1985) describió el gradiente de desgaste de una población de 332 individuos, cazadores y recolectores procedente del yacimiento arqueológico del sitio Libben, Ottowa County, Ohio, Estados Unidos. El patrón de desgaste de esta

población es muy regular en forma y gradiente, además de pertenecer a un grupo homogéneo en el aspecto demográfico. Inicialmente cada dentición fue seriada dentro de su grupo (dientes anteriores, premolares y molares); posteriormente, se midió la tasa de desgaste funcional en los molares de 132 especímenes con un gradiente de edad, basado en la metodología de Miles, de 6,0; 6,5; 7,0 en individuos subadultos entre 6 a 18 años de edad.

Lovejoy encontró una serie de regularidades en el patrón modal de desgaste de la población de Libben:

1) El desgaste en los dientes anteriores se acelera después de la exposición total de la dentina, con una tasa de pérdida de corona superior después de los 30 años
2) La tasa de desgaste es ligeramente superior en la mandíbula que en el maxilar
3) Predomina el desgaste bucal en premolares, tanto mandibulares como maxilares, hasta el aplanamiento de las coronas; después de esta situación no se aprecian diferencias
4) El desgaste lingual es más rápido en los molares maxilares mientras que el bucal predomina en los mandibulares
5) El desgaste es simétrico y generalmente uniforme con relación a los lados, excepto cuando existe enfermedad temporomandibular, pérdida unilateral de dientes o enfermedad períodontal, etc
6) La exposición secuencial de las cúspides de los molares mandibulares es protocónido – hypocónido – metacónido - (hypoconúlido) - entocónido. El hypoconúlido es una cúspide variable en su desgaste
7) La secuencia de exposición de las cúspides de los molares maxilares es protocono – hypocono – paracono - metacono
8) El desgaste molar es más variable en el maxilar que en la mandíbula
9) El desgaste es regular y simétrico y refleja claramente el incremento de la edad cronológica en la población. La mayor predominancia en el desgaste es consecuencia del proceso masticatorio de los alimentos

Con base en estas observaciones se estableció una correlación entre el patrón de desgaste (figura 7) con la edad biológica que contiene la tabla 5.

Tabla 5 Etapas del desgaste y edades correspondientes Lovejoy (según White 2000)

etapa	A	B1	B2	C	D	E	F	G	H	I
maxilar d	12-18	16-20	16-20	18-22	20-24	24-30	30-35	35-40	40-50	-
mandíbula i	12-18	16-20	16-20	18-22	20-24	24-30	30-35	35-40	40-45	45-55

Además de este, existen varios esquemas de atrición dental que fueron elaborados en base de poblaciones de Australia (Aborígenes) por Murphy 1959, Richards & Miller 1991), los Inuits del Polo Norte (Tomenchuk & Mayhall 1979) o Japón (Hojo 1954) citado por Brothwell (1989) y Mays (1998).

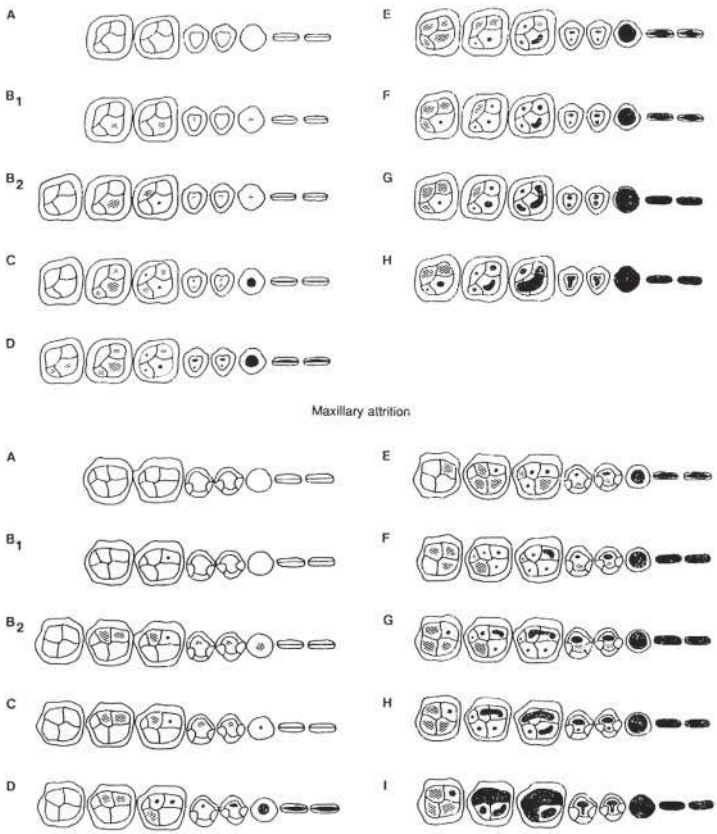


Fig. 7 Sistema del desgaste dental por Lovejoy; exposición de dentina en negro. Las edades correspondientes maxilares son A) 12-18; B1) 16-20, B2) 16-20, C) 18-22; D) 20-24; E) 24-30; F) 30-35; G) 35-40; H) 40-50; y mandibulares H) 40-45; I) 45-55 (según White 2000)

1.2.2.2. Translucidez en la raíz

I. Sistema de la translucidez en la raíz por Lamendin et al.

El método elaborado por Lamendin (1988) se basa en una prueba francesa, de 306 dientes de 208 pacientes (135 masculinos y 73 femeninos) – de ellos 198 caucasoides y 10 negroides de edad conocida entre 22 y 90 años, que fue verificado a través de una muestra forense de 45 dientes de 20 varones y 4 mujeres (Lamendin et al. 1992). Para el análisis se extrae dientes de una sola raíz como incisivo, premolar o canino del maxilar o de la mandíbula, tomando en cuenta solamente dientes sin afección de caries. Con base en ellos se mide las siguientes distancias (ver figura 8):

1) Altura de la raíz (HR): Distancia directa desde el ápex hasta la unión del cemento-esmalte (CEJ) en la superficie vestibular (labial) y lingual
2) Altura de la períodontosis (HPAR): Distancia directa entre la unión del cemento-esmalte (CEJ) y el nivel de la colocación del períodonto en las superficies vestibular y lingual
3) Altura de la translucidez de la raíz (HTRAN). Distancia directa desde el ápex de la raíz hasta el punto de división entre la parte translucida y no-translucida. Estas mediciones también se toman en las superficies vestibular y lingual

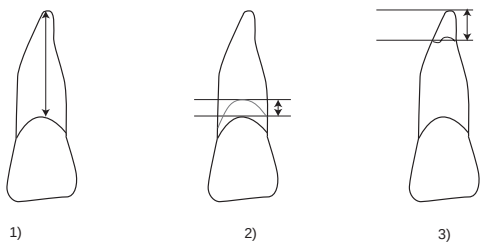


Fig. 8 Mediciones vestibulares en dientes anteriores

Se utiliza las mediciones vestibulares para los siguientes cálculos que determinan la altura del peridonto (P) y de la translucidez (T):

P = Altura del peridonto / Altura de la raíz * 100 (HPAR / HR*100)
T = Altura de la translucidez / Altura de la raíz * 100 (HTRAN / HR *100)

Para la estimación de la edad se utiliza los valores obtenidos de los cálculos anteriores en la siguiente formula:

$$\textbf{edad dental} = (0{,}18 * P) + (0{,}42 * T) + 25{,}23$$

La estimación final se logra por la aplicación de los rangos de edad y la desviación correspondiente, que son documentados en tabla 6:

Tabla 6 Rangos y errores para la determinación de edad en base de translucidez (según Lamendin et al. 1992)

edad	26-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89
error +/-	24,8	15,5	9,9	7,3	6,3	11,6	18,9

En estudios evaluativos se verificaron la eficaz y fiabilidad de este método. Se logró los resultados más confiables para hombres entre 26 y 60 años y para mujeres entre 26 y 70 años, tomando en cuenta que el método se restingue a individuos adultos, con una edad mínima de 26 años, debido a la metamorfosis de la translucidez. Por otro lado Prince & Ubelaker (1999) realizaron una prueba del método con base en la colección de Terry (Estados Unidos) compuesta por 400 dientes de 98 hombres negroides, 95 hombres caucasoides, 94 mujeres negroides y 72 mujeres caucasoides de edades

conocidas. Fundamentado en este los autores concluyeron que se debe que tomar en cuenta el sexo y el patrón ancestral en la aplicación del método. Este tiene el inconveniente, que la medición de la altura gingival es imprecisa en dientes secos, la resección puede ocurrir de manera variable de diente a diente y puede inclusive estar presente o ausente en todas piezas dentarias (Rodríguez Cuenca 2003).

1.2.2.3. Cemento de los dientes ("tooth cement annulation")

Aún no existe una prueba positiva para la causa de la construcción del cemento en los dientes al respecto del tiempo, pero bien se observa correlaciones entre la edad cronológica con los estratos del cemento dental porque la sedimentación del cemento se realiza por temporadas. En análisis detalladas se cuenta las líneas del cemento en preparaciones de dientes en resina de epoxi (Biodur E 1) con sola una raíz, en cuales se hace cuatro cortes en cuales se realiza el conteo computerizado (Milnar et al 1997). Charles et al. (1989) encontraron una correlación alta entre los estratos de cemento y la edad cronológica, aunque ellos observaron un alto error de estimación en individuos mayores. Definitivamente, esta metodología no es capaz de sustituir completamente los métodos morfognósticos, pero se cuenta como una adición valiosa en el inventario de métodos a aplicar en la estimación de la edad. Tabla 7 presenta las características del cemento dentario.

Tabla 7 Características del cemento (según Charles et al. 1989)

	luz reflectada	**luz transmitida**	
estrato	**no colorante**	**no colorante**	**colorante**
estrecho	oscuro	más transparente	fuerte
ancho	claro	menos transparente	débil

1.2.2.4. Histomorfometría en los dientes

En la antropología forense se le conoce gracias a los estudios de Gustafson (1950). El análisis de la períodontosis, la aposición de dentina secundaria, la formación del cemento, la reabsorción y trasparencia radicular de los dientes, se emplean en calidad de indicadores de edad. Para el análisis histomorfométrico dentaria, Kilian y Vlcek (1989) recomendaron el siguiente procedimiento (citado por Rodríguez Cuenca 1994, 2003).

1. Antes de extraer el diente, examinar en lo posible el tipo de oclusión porque las siguientes circunstancias pueden afectar la edad dental:
   a) Una mordida abierta puede producir menos abrasión en los dientes anteriores
   b) El número de piezas conservadas incide en el grado de abrasión; si los premolares y molares no se encuentran, el resto de dientes tendrá mayor abrasión, que si todos estuvieran presentes

c) El grado de abrasión puede estar influenciado por los hábitos individuales. Por tanto, en la medida de lo posible hay que revisar la oclusión y detectar los signos de esos hábitos
d) La malposición de los dientes individuales o maloclusión puede tener efectos negativos en la altura gingival, por tanto hay que examinarla antes de extraer el diente

2. Obtener preferiblemente dientes anteriores intactos, sin caries, lesiones traumáticas y tratamientos odontológicos. Si existe caries, tratar que esta no tenga una profundidad superior a 1 o 1,5 mm; si hay obturaciones, que no sobrepasen la misma profundidad, y el diámetro no sea superior a los 2 mm

3. Extraer en lo posible varios dientes del maxilar o mandíbula, o de ambas

4. Extraer el diente con cuidado, utilizando fórceps dental protegido con un cauchito

5. Colocar el diente en una solución de formaldehído al 10%

6. Determinar y marcar la altura de la inserción gingival; también del grado de desgaste

7. Examinar el diente a través de lupa para establecer si se perdió el ápice o si la superficie del diente se ha dañado

8. En la medida de las posibilidades, hacer una copia de la pieza a estudiar

9. Hacer un corte sagital de 0,1 mm a 0,25 mm, mediante pulido de sus superficies mesial y distal

10. Al efectuar el corte, examinar la extensión de la zona de transparencia de la dentina radicular cuando el grosor alcance 1 mm, o menos

11. Después de finalizado el pulido por desgaste de la sección, se deshidrata en alcohol y se pega con bálsamo canadiense en la laminilla

12. En lo posible, fotografiar la sección delgada

13. Examinar en microscopio los criterios a evaluar: abrasión, dentina secundaria, cemento secundario, resorción y transparencia radicular. Finalmente, obtenga el promedio de todos los valores
14. Compare los valores con la tabla 8 (para hombres) y tabla 9 (para mujeres)

15. Después de un intervalo de tiempo dado, efectuar una segunda observación y promedie los valores obtenidos en las dos observaciones

Tabla 8 Predicción de las edades en hombres (según Kilian & Vlcek 1989)

puntos total	edad	puntos total	edad	puntos total	edad	puntos total	edad
3,2	15,0	6,6	37,4	10,0	48,5	13,4	65,6
3,4	15,9	6,8	38,1	10,2	49,4	13,6	66,7
3,6	16,9	7,0	38,8	10,4	50,3	13,8	67,9
3,8	17,8	7,2	39,3	10,6	51,2	14,0	69,1
4,0	18,7	7,4	39,6	10,8	52,1	14,2	70,3
4,2	20,8	7,6	39,9	11,0	53,1	14,4	71,5
4,4	22,8	7,8	40,1	11,2	54,0	14,6	72,7
4,6	24,6	8,0	40,7	11,4	55,0	14,8	74,0
4,8	26,4	8,2	41,4	11,6	56,0	15,0	75,2
5,0	28,0	8,4	42,1	11,8	57,0	15,2	76,5
5,2	29,6	8,6	42,9	12,0	58,0	15,4	77,8
5,4	31,0	8,8	43,6	12,2	59,0	15,6	79,1
5,6	32,3	9,0	44,4	12,4	60,1	15,8	80,5
5,8	33,6	9,2	45,2	12,6	61,2	16,0	81,8
6,0	34,7	9,4	46,0	12,8	62,2	16,2	83,2
6,2	35,7	9,6	46,8	13,0	63,3	16,4	84,5
6,4	36,6	9,8	47,7	13,2	64,5		

Tabla 9 Predicción de las edades en mujeres (según Kilian & Vlcek 1989)

puntos total	edad	puntos total	edad	puntos total	edad	puntos total	edad
2,4	15,2	5,6	34,4	8,8	53,2	12,0	71,4
2,6	16,5	5,8	35,6	9,0	54,3	12,2	72,5
2,8	17,7	6,0	36,8	9,2	55,5	12,4	73,6
3,0	18,9	6,2	38,0	9,4	56,6	12,6	74,7
3,2	20,1	6,4	39,2	9,6	57,8	12,8	75,9
3,4	21,3	6,6	40,3	9,8	58,9	13,0	77,0
3,6	22,5	6,8	41,5	10,0	60,0	13,2	78,1
3,8	23,7	7,0	42,7	10,2	61,2	13,4	79,2
4,0	24,9	7,2	43,9	10,4	62,3	13,6	80,3
4,2	26,1	7,4	45,0	10,6	63,5	13,8	81,4
4,4	27,3	7,6	46,2	10,8	64,6	14,0	82,5
4,6	28,5	7,8	47,4	11,0	65,7	14,2	83,6
4,8	29,7	8,0	48,5	11,2	66,9	14,4	84,7
5,0	30,9	8,2	49,7	11,4	68,0		
5,2	32,1	8,4	50,8	11,6	69,1		
5,4	33,3	8,6	52,0	11,8	70,2		

1.3. Cambios en el poscráneo

La determinación de la edad con base en huesos poscraneales sin el apoyo, que supone la información procedente de las suturas craneales o los cambios dentales, no resulta siempre fácil. Pero la mayoría de las partes toráxicas contiene indicadores para la estimación de la edad, además las características de innominado brindan aportes más valiosos.

1.3.1. Osificación del cartílago tiroides

Aunque el cartílago tiroides es poco reconocido para restos óseos de exhumaciones forenses o arqueológicas, es considerado un apropiado segmento para el estudio de la metamorfosis de la edad a partir de su osificación. Vlcek (1980) reconoce 10 elementos en su observación (ver figura 9, comparar Loth & Iscan 1989):

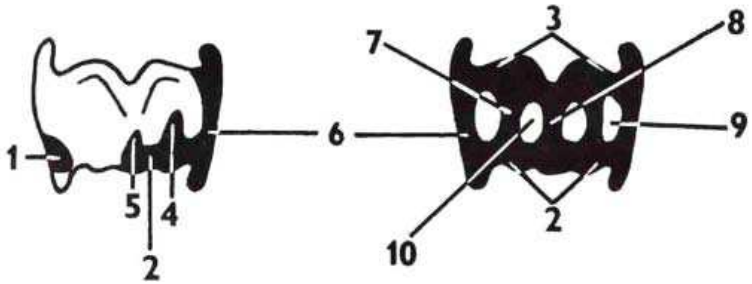


Fig. 9 Elementos observados en el cartílago tiroides 1) triángulo posteroinferior; 2) rama inferior (caudal); 3) rama superior (craneal); 4) proceso paramediano 5) proceso medio; 6) barra lateral; 7) barra paramediana; 8) barra media; 9) ventana posterior; 10) ventana anterior (por Loth & Iscan 1989).

Basado en estos diez elementos se estableció las siguientes fases de osificación (ver figura 10):

Fase 1: (15-17 años) aparecen los primeros centros de osificación en la porción inferior de la futura barra lateral
Fase 2: (18-21 años) se fusionan los centros de osificación de la base del cuerno inferior o de sus puntas y los del tubérculo tiroides inferior, para conformar el denominado triángulo posteroinferior
Fase 3: (21-26 años) osificación del cuerno inferior
Fase 4: (25,5-31 años) osificación del cuerno superior
Fase 5: (28-39 años) osificación de la rama inferior; en la cuarta década ambos lados de la rama inferior se fusionan en la línea media

Fase 6: (37,5-45 años) osificación del proceso paramediano y desarrollo de la barra paramediana

Fase 7: (48-53,5 años) desarrollo de la ventana posterior y formación del proceso medio

Fase 8: (51-58 años) osificación de la rama superior y crecimiento del proceso medio en una barra que se fusiona con la rama superior

Fase 9: (57-68 años) formación de la ventana anterior y finalización de la osificación de ambas láminas

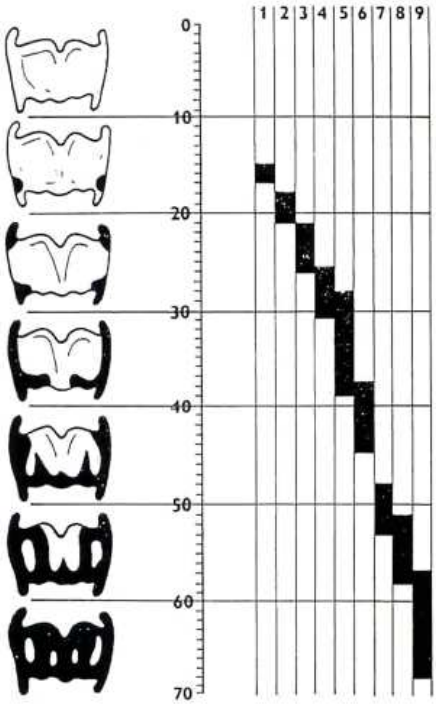


Fig. 10 Cronograma de la osificación de cartílago tiroides por Vlcek (por Leopold & Schaefer 1998)

A pesar de que Vlcek describió esta metamorfosis del cartílago tiroides solamente para el sexo masculino, Cerny (1983) aconseja aplicar a ambos sexos en las dos fases iniciales; después de los 50 años, la estimación de la edad se dificulta y se hace necesario sustraer un factor de corrección equivalente al error medio para cada intervalo de edad (Loth & Iscan 1989). O'Halloran & Lundy (1987) presentaron otra evaluación de este método.

1.3.2. Metamorfosis del fin esternal de la clavícula

Este método observa las modificaciones, que se dan en los fines esternales de la clavícula, es decir en la faceta articular esternal. En 1977 el europeo Szilvassy propuso una metodología para investigar la osificación que tiene lugar en adultos menores entre los 18 y 30 años. Según el autor se puede determinar las siguientes etapas de la metamorfosis en la faceta articular esternal (ver figura 11):

Etapa 1: (18 – 20 años) granulación significante con grietas hasta 2 mm del borde
Etapa 2: (21 – 25 años) desaparece la estructura granulada, la superficie está más lisa y muestra una cresta marcada de 1 - 2 mm en el borde
Etapa 3: (26 – 30 años) la superficie está totalmente lisa y la cresta del borde desaparece

etapa 1 18-20 años | etapa 2 21-25 años | etapa 3 26-30 años

Fig. 11 Etapas del cambio en la clavícula (por Szilvassy 1988)

Otros autores sugirieron diferentes edades para la osificación esternal de la clavícula; por ejemplo Todd & D'Errico (1928) señalaron el inicio de la osificación con 21-22 años y la fusión completa con 25 años con un rango de dos años. Krogman (1962) y Tanner (1962) informaron sobre el fin de la osificación a los 25 – 28 años de edad mientras Knussmann (1968) publicó para la misma etapa la edad de solamente 24 años. Según los estudios de McKern & Stewart (1957) en base de 374 personas fallecidas en la guerra en Corea, la osificación inicia con 23 años y termina con 31 años. Mismos autores publicaron adicionalmente las etapas de la fusión para mujeres (ver tabla 10).

Tabla 10 Etapas de fusión en la clavícula de mujeres por McKern & Stewart 1985 (según Loth & Iscan 1989)

etapa de fusión	latinas y caucasoides	negroides
no fusionado sin epífisis	< 19	< 19
no fusionado con partes de epífisis	18 - 21	18 – 19
fusión parcial	17 – 27	16 – 33
fusión completa (100%)	22 - 28	20 – 34

En sus estudios sobre la clavícula, Webb & Suchey (1985) analizaron 605 individuos masculinos y 254 femeninos, señalando que la fusión completa de las mujeres en el grupo de las negroides se retrasa por 3 años (34 años). Al final ellas determinaron las mismas edades para la fusión completa (31 años) en varones como McKern & Stewart (ver arriba).

Tabla 11 Estimación de la edad basada en la osificación de los fines esternales de la clavícula (según Bass 1987)

fusión	varones	mujeres
no fusionado	< 25	< 23
fusión parcial	17 – 30	16 – 33
fusión completa	> 21	> 20

1.3.2.1. Observaciones radiográficas en la clavícula

A pesar de su utilización práctica desde la introducción de aparatos radiográficos y de existir excelentes estudios auxológicos, el radiografiado se usa con menos frecuencia en la determinación de la edad, pues requiere de un entrenamiento especializado para interpretar las placas radiograficas. Además, existen dificultades en la estandarización de los filmes y los costos que implica la obtención y utilización del equipo técnico (comparar Krogman & Iscan 1986, Sorg et al 1989, Walker & Lovejoy 1985). Walker & Lovejoy (1985) encontraron en un estudio comparativo de varios huesos de 103 individuos analizados, que la clavícula representa el mejor hueso para la estimación de la edad, sin importar el sexo. Sobre eso, el método es aplicable en casos en que los restos se encuentren fragmentados e incompletos. Los autores determinaron las siguientes fases (comparar Rodríguez Cuenca 1994, ver figura 12):

Fase I: (18-24 años) la capa posterior es prominente y gruesa; la cavidad medular está completamente llena de trabéculas densas que se caracterizan por una granulosidad fina, densamente empacadas y que tienden a alinearse en capas paralelas. La capa posterior es de grano fino, pero no necesariamente denso. Las metáfisis esternal y lateral están llenas de trabéculas finamente granuladas

Fase II: (25-29 años) esta fase es similar a la anterior, pero con leve evacuación de metáfisis. La capa posterior muestra poco cambio. Hay una ligera tosquedad en las trabéculas medulares. La capa anterior muestra ligero incremento de la trabeculación. No se observa incremento de la traslucidez

Fase III: (30-34 años) continua la evacuación de metáfisis, la cual contiene menos trabéculas y menos granulosas. Hay un ligero adelgazamiento de la capa posterior, aunque sin ondulación. La cavidad medular continua rellena aunque con aspecto denso; el patrón laminar es menos evidente (ver fase I)

Fase IV: (35-39 años) existe una significativa reducción de la capa posterior, especialmente en las extremidades esternal y lateral. Continua la evacuación de la metáfisis; las trabéculas adquieren un aspecto tosco. Se observa poco o ningún patrón laminar en el hueso. Hay un incremento significativo en traslucidez

Fase V: (40-44 años) la metáfisis esternal y lateral puede contener solamente trabéculas toscas; las trabéculas de la cavidad medular tienen un aspecto definido tosco. Es evidente el adelgazamiento de la capa posterior de las epífisis esternal y lateral y un significativo adelgazamiento de la capa anterior con evidente trabeculación. En general, se aprecia un ensanchamiento del lumen medular

Fase VI: (45-49 años) fase VI es una continuación de las tendencias de la fase V, pero ligeramente aceleradas. Es posible un sobrenvejecimiento; un incremento general en la traslucidez indica pérdida sistemática de tejido óseo

Fase VII: (50-54 años) el rasgo distintivo lo constituyen las trabéculas muy toscas; hay una pérdida significativa de hueso pero sin evacuación del lumen central medular; la corteza se reduce en todos los puntos

Fase VIII: (> 55 años) es difícil distinguir la fase VIII de la fase anterior (VII) a causa de la variación biológica en la taza individual de pérdida ósea. La seriación sigue los mismos criterios anteriores; a mayor edad mayor traslucidez y trabeculación. Generalmente existe una gran reducción tanto a nivel cortical como trabecular, que son muy toscas o ausentes. Puede faltar una significativa trabeculación en la metáfisis esternal y lateral. La trabeculación cortical de la capa anterior puede ser extrema. Hay una marcada ondulación cortical a lo largo de la cavidad medular

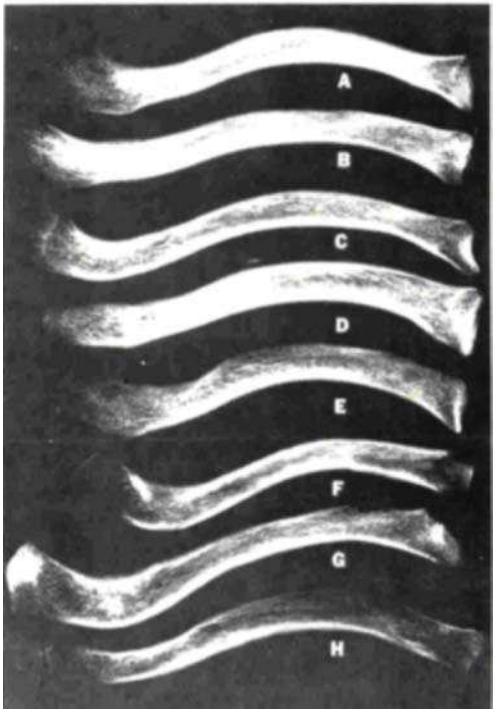


Fig. 12 Estándares de la seriación de la clavícula; A) fase I; B) fase II; C) fase III; D) fase IV; E) fase V; F) fase VI; G) fase VII; H) fase VIII (por Sorg et al. 1989)

Reisinger et al. (2001) presentaron evaluaciones de la aplicación de métodos radiográficos.

1.3.3. Metamorfosis de los fines esternales de las costillas

Estudios osteológicos, histológicos y también radiográficos han demostrado, que los extremos esternales de las costillas muestran cambios relacionados al proceso de envejecimiento. En los métodos macroscópicos, las costillas esternales por su posición y función constituyen un sitio particular excelente para la observación de la metamorfosis durante la vida del individuo. La unión costocondral se localiza en un lugar relativamente estable, poco sujeto a efectos de locomoción, embarazo, parto o peso de una persona. Iscan et al. (1984, 1985a, b) establecieron un sistema de la evaluación de la cuarta costilla para la estimación de la edad con base en autopsias de 118 individuos masculinos caucasoides entre 17 y más que 70 años de edad.

Para la determinación de los cambios se observa en la cuarta costilla el extremo esternal, enfocando en los tres componentes:

- Profundidad de la hondonada
- Forma de la hondonada y
- Configuración del borde y de las paredes

En lo sucesivo se describe cada componente al respecto de su metamorfosis (Steele & Bramblett 2000):

Componente 1: Profundidad de la hondonada

Fase 0: Plana hasta poco convexa, ninguna profundidad
Fase 1: Formación de la hondonada con profundidades de 1,1 – 2,5 mm
Fase 2: Profundidades de 2,5 – 4,5 mm
Fase 3: Profundidades de 4,6 – 7,0 mm
Fase 4: Profundidades de 7,1 – 10,0 mm
Fase 5: Profundidades > 10,1 mm

Tabla 12 Fases y edades correspondientes al componente 1 (según Steele & Bramblett 2000)

profundidad de la hondonada		
fase	**promedio**	**rango**
1	20,3	17 – 25
2	30,7	18 - 64
3	40,9	21 – 67
4	55,0	32 – 36
5	57,5	44 – 70

Componente 2: Forma de la hondonada

Fase 0: No formación de la hondonada, superficie plana u ondulada
Fase 1: Hondonada baja y amorfa presente
Fase 2: Hondonada en forma de una V con paredes gruesas
Fase 3: Hondonada en forma de una U con paredes menos gruesas
Fase 4: Hondonada en forma de una U ancha con paredes delgadas
Fase 5: Hondonada en forma de una U ancha, débil con poca textura

Tabla 13 Fases y edades correspondientes al componente 2 (según Steele & Bramblett 2000)

forma de la hondonada		
fase	**promedio**	**rango**
1	17,3	17 –18
2	22,8	18 – 30
3	30,5	19 – 66
4	47,1	26 – 67
5	61,6	44 – 85

Componente 3: Configuración del borde y de las paredes

Fase 0: Ninguna formación de paredes
Fase 1: Inicio de las paredes con borde grueso, liso y regular
Fase 2: Paredes gruesas y lisas visibles con bordes ondulados
Fase 3: Transición al estado más irregular. Las paredes son más delgadas y los bordes perdieron su carácter ondulado
Fase 4: Borde afilado e irregular con proyecciones óseas frecuentes en los márgenes caudales y craneales. Las paredes están más delgadas y muestran deterioros
Fase 5: La textura de la pared es muy débil y porosa, a veces con ventanas. El margen está afilado, muy irregular y con proyecciones óseas

Tabla 14 Fases y edades correspondientes al componente 3 (según Steele & Bramblett 2000)

configuración del borde y paredes		
fase	**promedio**	**rango**
1	17,8	17 – 20
2	24,1	18 – 31
3	34,3	21 – 66
4	49,5	32 – 71
5	58,2	43 – 76

Tabla 15 Sumario de los componentes de los fines esternales de la cuarta costilla (según Steele & Bramblett 2000)

sumario de los componentes		
fase	**promedio**	**rango**
3	17,0	17 –17
4	19,0	18 – 20
5	22,5	18 – 25
6	23,1	18 – 30
7	24,9	19 – 31
8	27,0	21 – 36
9	37,8	24 – 66
10	47,1	30 – 64
11	48,5	41 – 67
12	47,6	32 – 67
13	56,0	44 – 71
14	63,5	52 – 76
15	57,5	44 - 70

Adicionalmente Loth & Iscan (1989) publicaron un esquema descriptivo de los cambios de la cuarta costilla. Según la metamorfosis observada, en la profundidad de la articulación costal, la forma, la configuración del borde y paredes y la condición total de la misma, Iscan et al. propusieron nueve fases diferentes desde 0 hasta 8 en los dos sexos (ver figura 13).

Observaciones de la metamorfosis de las costillas en varones

Fase 0: La superficie articular está plana y prominente con bordes simétricos alrededor. El hueso mismo está liso y sólido

Fase 1: Todavía el hueso está liso y sólido; la superficie está prominente, aunque se puede encontrar muescas en la faceta articular. El borde está redondeado y simétrico. A veces aparecen modificaciones en forma de arcos en los bordes

Fase 2: La hondonada está más profunda y parece como una V por los bordes anterior y posterior. Las paredes están gruesas y lisas con grietas onduladas o en forma de arcos con bordes redondeados

Fase 3: La hondonada ya está profundizada y tiene una forma estrecha a moderada de una U. Las paredes están gruesas con bordes redondeados. Unas formas de arcos permanecen pero en general las grietas parecen más irregulares. Todavía el hueso parece liso y sólido

Fase 4: La profundidad de la hondonada crece mientras la forma queda estrecha hasta moderada ancha, como una U. Las paredes están más delgadas con bordes redondeados. El borde está irregular sin muestra de arcos persistentes. El hueso pierde peso y estabilidad, aunque la calidad general no cambia

Fase 5: Poca profundización en la hondonada que tiene una forma de una U moderada y ancha. Las paredes están más delgadas mientras los bordes están afilados. En el borde hay más irregularidad con proyecciones óseas irregulares. La consistencia del hueso todavía esta buena, aunque son observables algunos signos de deterioro, como porosidades o disminución de la densidad

Fase 6: La hondonada está muy profunda con forma de una U ancha. Las paredes están delgadas con bordes afilados. El borde está irregular con proyecciones óseas largas, frecuentemente más pronunciadas en los bordes inferior y superior. El hueso aparece ligero, más delgado y poroso, especialmente dentro de la hondonada

Fase 7: La hondonada está bastante profunda con forma de una U muy ancha. Las paredes están débiles con bordes con proyecciones óseas afiladas e irregulares. El hueso está ligero y débil con significativo deterioro de la calidad y porosidad

Fase 8: La hondonada en este fase final está muy profunda y en forma de U muy ancha. A veces falta el suelo de la hondonada. Las paredes están muy delgadas y débiles, con bordes irregulares afilados y con proyecciones óseas. El hueso esta demasiado débil, poroso, ligero y delgado. A veces se observan ventanas en las paredes

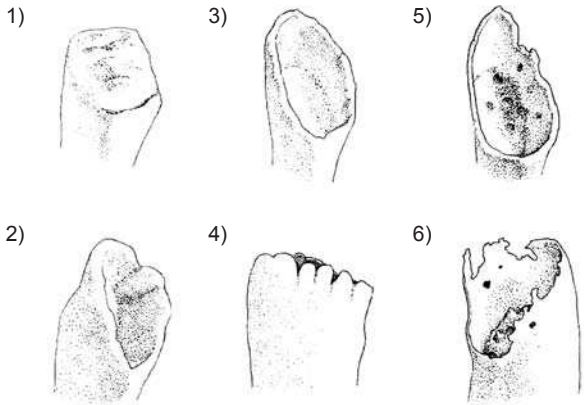


Fig.13 Esquema de los cambios en tercera hasta quinta costilla; 1) fase 0; 2) fase 2-3; 3) fase 4; 4) fase 5; 5) fase 6-7; 6) fase 8 (por Schwartz 1995)

Observaciones de la metamorfosis de las costillas en mujeres

Fase 0: La superficie articular está casi plana u ondulada con grietas. En los bordes existe un exceso de estructura ósea. El borde está regular y redondeado el hueso mismo está liso y muy sólido

Fase 1: Se observa una muesca amorfa en la superficie articular donde persisten olas y grietas. El borde está redondeado. Solamente pocas veces el borde parece ondulado. El hueso está liso y sólido

Fase 2: La hondonada está más profunda y aparece como una V entre las paredes anterior y posterior. Las paredes están gruesas y lisas. Unas grietas o convexidades persisten dentro de la hondonada. El borde está ondulado e inicia su redondeado

Fase 3: La hondonada se profundiza un poco, pero la forma de una V está más ancha, a veces formando una U estrecha. Las paredes están más delgadas con bordes redondeados que muestran una ondulación pronunciada. En esta etapa los bordes anterior y posterior posiblemente inician de un arco semicircular central. La costilla parece sólida

Fase 4: La profundidad de la hondonada crece y la forma se modifica hasta verse como una V ancha o una U estrecha. Las paredes están más delgadas con bordes redondeados. Todavía persisten olas bajas y no pronunciadas en la superficie a lo largo del arco central. La calidad del hueso es buena pero la densidad y dureza disminuyen

Fase 5: La hondonada queda en el mismo nivel pero las paredes están más delgadas y la forma de la profundidad es más una U o V ancha. Frecuentemente hay una deposición lisa, dura (como plaqué) dentro de la hondonada. Los bordes parecen más afilados, más irregulares, pero en el arco central está la proyección más prominente. El hueso parece mucho más ligero y la textura está débil

Fase 6: La hondonada se profundiza más y su forma de una V o U esta más ancha porque sus extremos se extienden. La deposición probablemente aparece en forma más áspera y porosa. Las paredes están delgadas con bordes afilados e irregulares. El arco central está menos prominente y frecuentemente puntos afilados proyectan del borde de la extremidad esternal. El hueso mismo está débil y delgado con signos de deterioro

Fase 7: En esta etapa la hondonada con forma de una U ancha no muestra profundización sino disminución, porque dentro de la profundidad crece hueso irregularmente. El arco central todavía está presente, acompañado por proyecciones en los bordes superior e interior. Las paredes están muy delgadas y los bordes irregulares están afilados. El hueso parece muy ligero, delgado y débil con deterioro dentro de la hondonada

Fase 8: El suelo de la hondonada, que tiene una forma de una U ancha, está delgado, erosionado o completamente destruido. A veces la profundidad se llena por crecimiento de hueso. El arco central casi no está presente. Las paredes están muy frágiles y delgadas y tienen bordes irregulares y afilados. También se pueden encontrar proyecciones óseas en los bordes inferior y superior. A veces se forman ventanas en las paredes. El hueso está en mala condición, delgado, ligero y débil

Tabla 16 contiene las correlaciones entre el estado de la metamorfosis de los fines esternales de la cuarta costilla con la edad, y tabla 17 resume la descripción de la superficie, contorno de la superficie, canto del borde y contorno del borde al respecto de las etapas.

Tabla 16 Correlación entre edad y metamorfosis de los fines esternales de las costillas (según Iscan et al. 1985)

estado	0a-c	1a-c	2a-c	3a-c	4a-c	5a-c	6a-c	7a-c	8a-c
varones	<16	17-19	20-23	24-28	26-32	33-42	43-55	54-64	65 +
mujeres	< 13	14-15	16-19	20-24	24-32	33-46	43-58	59-71	70 +

Tabla 17 Metamorfosis de los fines esternales de las costillas (según Byers 2001)

rango	superficie	contorno de la superficie	canto del borde	contorno del borde
< 19	lisa	plano / profundo con ondulación	redondeado	regular a poco ondulado
20 – 29	lisa	profundo, forma de V o U	redondeado	ondulado a irregular
30 – 39	más porosa	forma de V o U	afilado	irregular
40 – 49	más porosa	forma de U ancha	afilado	irregular con proyecciones
50 – 59	débil y más porosa	más profundo, forma de U	afilado	irregular con proyecciones
60 – 69	más débil y más porosa	más profundo, forma de U	afilado	irregular con proyecciones
> 70	deterioración	forma de U	afilado con paredes finas	irregular con proyecciones, a veces ventanas

Indudablemente la metamorfosis de la cuarta costilla brinda aportes significativos para la determinación de la edad, pero a causa de la preservación precaria del área especifica de la costilla, sea la tercera, cuarta o quinta en restos óseos enterrados, su aplicación en los casos forenses o históricos se manifiesta definitivamente limitada.

1.3.3.1. Observaciones radiográficas en las costillas

McCormick (1980) reportó, que la mineralización del cartílago costal sirve como indicador de edad biológica. El autor dividió los grados de mineralización en cinco etapas, desde invisible (0) hasta muy fuerte (4+) en base de radiografías (ver figura 14). Es rara una mineralización de los cartílagos en edades menores de 20 años. Además, la mineralización progresa más rápido en hombres que en mujeres, e inicia

en las costillas 6, 7, y 8. Con la edad de 25 años todos los pacientes analizados mostraron un cierto grado de mineralización. Antes de la edad de 40 años es rara una mineralización moderada descritas por las etapas 2+ y 3+; y es inusual después de los 60 años. La mineralización densa (etapas 3 y 4+) es común a partir de los 55 años. El autor también encontró formas de mineralización moderada (1-2, 5+) en individuos de 50 años y raramente en edades mayores (80 años).

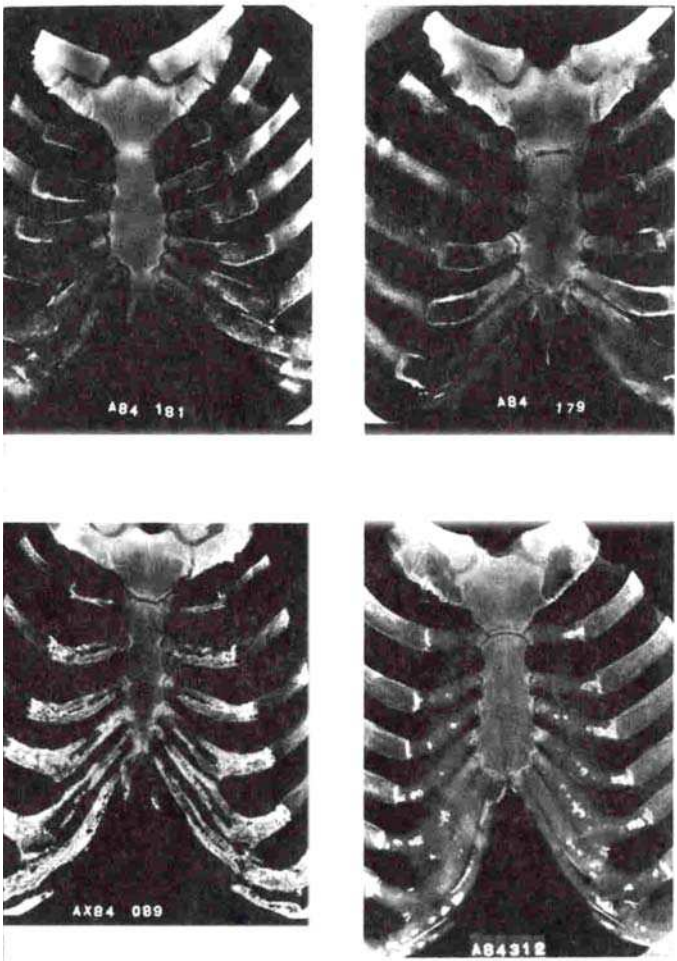


Fig. 14 Placas radiográficas de pacientes masculinos (arriba) de 31 años (A84-181) y 64 años (A84 179) y femeninas (abajo) de 64 años (AX84 089) y de 69 años (A84 312) (por Bass 1986)

1.3.4. Modificación en las vértebras

Tal como ocurre con todas las partes del esqueleto, las vértebras también se modifican con el tiempo. En este sentido Albert & Maples (1995) analizaron la fusión del aro epifisial del cuerpo de las vértebras (ver figura 15). Además ellos observaron las modificaciones causadas por cambios óseo-artríticos en los bordes de las vértebras (osteofitosis) que ocurren a partir de los 30 años. A continuación se presenta la descripción de las etapas correspondientes:

Etapa 1: (<16 años) aro epifisial ausente. Los bordes del cuerpo vertebral tienen ondulaciones homogéneas
Etapa 2: (16 – 20 años) aro epifisial fusionando. Se puede observar una línea de fusión en vista lateral
Etapa 3: (20 – 29 años) fusión del aro epifisial está completa y procesos degenerativos de la osteoartritis son visibles. El hueso parece liso y sólido
Etapa 4: (>30 anos) en los cuerpos de las vértebras aparecen procesos de osteoartritis. El hueso parece con más porosidad y en los bordes se presentan osteofitos

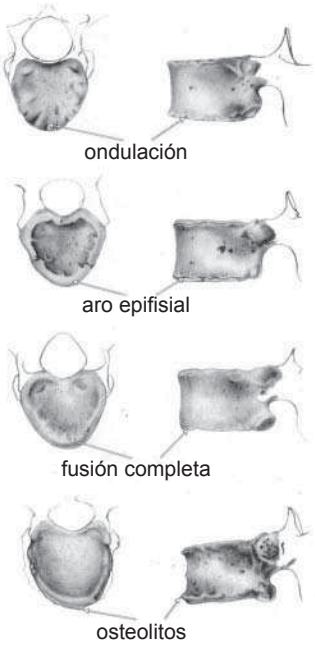


Fig. 15 Cambios en los cuerpos vertebrales; desde etapa 1 (arriba) hasta etapa 4 (abajo) (modificado, por Burns 1999)

Aunque la metamorfosis de las vértebras solamente da una aproximación a la edad biológica, éste método tiene sus ventajas; primero en la presentación dentro del inventario óseo del material a analizar, y segundo en su aplicación sencilla.

1.3.5. Cambios en la pelvis

La pelvis, coxal o innominado (siguiendo la terminología anglo-americana) es compuesta por el ilion en su parte superior, el isquion postero-inferior o dorsal y el pubis anterior o ventral. Es un excelente foco para la estimación de la edad debido a las siguientes cualidades (Rodríguez Cuenca 1994):

1) La aparición de los centros ilíaco e isquiático está correlacionada con la pubertad y la adolescencia temprana
2) La fusión de los centros está correlacionada con la edad adulta temprana
3) La sínfisis púbica se correlaciona con el vigor alcanzado en las décadas tercera, cuarta y quinta de la vida de los individuos

Además, esos períodos corresponden aproximadamente con la metamorfosis en otras partes del cuerpo

4) Con el codo y posiblemente la obliteración de la sutura esfeno-basilar
5) Con la muñeca, el hombro, la rodilla y la terminación esternal de la clavícula
6) Está también correlacionada, aunque en menor medida con el cierre sutural.

A continuación se describen los métodos para la estimación de la edad, basados en el análisis de la faceta auricular del ilion (capítulo 1.3.5.1.) y de la sínfisis púbica (capítulo 1.3.5.2.).

1.3.5.1. Metamorfosis de la faceta auricular

La región sacroilíaca en su superficie articular del ilion y sacro evidencia pocas diferencias sexuales hasta la pubertad, a partir de la cual se acentúa el proceso de anquilosamiento en las mujeres por la acción de embarazos, partos y la locomoción, más que en otras regiones del cuerpo. La mayoría de criterios existentes para el diagnóstico de la edad en adultos tiene sus limitaciones y son casi inaplicables en individuos mayores de 50 años. Los estudios realizados por Lovejoy y colaboradores (1985) en las colecciones óseas de Todd (Cleveland Museum of Natural History) y Libben (Kent State University), como también en varios casos forenses concretos del Cuyahoga County Coroners's Office, evidencian que existe una fuerte correlación entre la edad y la metamorfosis de la superficie auricular del ilion, con la gran ventaja que la conservación de esta articulación es mayor que otras partes del cuerpo por estar bien protegida y por tanto, se puede apreciar en especímenes incinerados y mayores de 50 años de edad (Buikstra & Ubelaker 1994, Ubelaker 1999, Rodríguez Cuenca 1994).

Exceptuando el acentuado desarrollo del surco preauricular en los individuos femeninos, la metamorfosis de la superficie auricular del ilion no observa diferencias pronunciadas sexuales. Si esta situación se presenta, entonces la correlación del desarrollo del margen preauricular y el ápice con la edad del individuo, como lo sugieren los autores, debe ser acentuado y por tanto, no se puede despreciar cuando se estima la edad (Krogman & Iscan 1986).

Para la observación se analiza las modificaciones de los siguientes criterios:

Superficie auricular: representa el área del hueso subcondral que forma la porción ilíaca de la articulación sacroilíaca. No se tiene en cuenta la porción sacra de la misma articulación

Semicaras: la forma de la superficie auricular típica se asemeja a un bumerang, con el ápice en la unión de la superficie con la terminación posterior de la línea arqueada, delimitando la semicara superior. La respectiva semicara inferior se ubica debajo de esta área

Ápice: descrito como el área de contacto de la superficie articular con la terminación posterior de la línea arqueada

Área retroauricular: es el área general posterior a la superficie auricular, en donde se insertan los ligamentos lumbosacral y sacroilíaco

Porosidad: son perforaciones del tejido subcondral de la superficie auricular; no se debe confundir con la erosión surgida posmortem ni con las consecuencias de patologías como la osteopenia e hiperostosis. La microporosidad se define como pequeñas y finas perforaciones; por su parte, la macroporosidad es menos regular, más grande, con perforaciones ovales que oscilan entre 1 a 10 mm de diámetro

Granulosidad: se refiere a la apariencia tosca de la superficie con relación a su fina estructura original. Una superficie sumamente granulosa se asemeja a la del papel de lija fino

Ondulado: tiene en cuenta la presencia o inexistencia de aristas transversas. El ondulado varía entre una superficie de rasgos regulares grandes hasta unas aristas de grano fino apenas visibles

Densidad: se refiere a la apariencia y no a la cantidad de hueso presente. Una superficie densa es aquella cuyo hueso subcondral aparece compacto, suave, y muestra una significativa ausencia de granulosidad

Los intervalos de edad de acuerdo a estos rasgos generales propuestos por Lovejoy et al. (1985) son los siguientes:

Fase I: (20-24 años) la superficie luce una textura granular fina y una acentuada organización transversal. No hay actividad retroauricular, ni apical ni porosidad. La superficie exhibe un ondulado ancho y bien definido dispuesto transversalmente, cubriendo la mayor parte de la misma

Fase II: (25-29 años) no se observan cambios sustanciales con relación a la fase anterior. El ondulado empieza a perderse y es reemplazado por estrías. No hay actividad apical, ni retroauricular ni porosidad. El granulado es ligeramente más tosco. La superficie continua siendo joven en apariencia debido a la acentuada disposición transversal

Fase III: (30-34 años) ambas semicaras continúan en reposo con alguna pérdida de la organización transversal. El ondulado se reduce y es reemplazado por estrías definitivas. La superficie es más áspera y más granular que en las fases anteriores, sin que se aprecien cambios significativos en el ápice. Pueden aparecer pequeñas áreas de microporosidad y ligera actividad retroauricular. En general el granulado áspero precede y reemplaza al ondulado

Fase IV: (35-39 años) ambas semicaras se tornan ásperas y uniformemente granuladas; se reducen significativamente el ondulado y las estrías, aunque estas últimas pueden persistir. La organización transversal continua presente, pero poco definida. Se observa alguna actividad retroauricular, pero usualmente es ligera. Los cambios en el ápice son mínimos; la microporosidad es ligera y la macroporosidad está ausente. Período inicial de la granulosidad uniforme

Fase V: (40-44 años) no se aprecia ondulado y las estrías pueden estar presentes, aunque muy vagamente definidas. La superficie es aún parcialmente granular, con significativa pérdida de organización transversal. Se presentan zonas de densificación, que pueden estar presentes en islotes por la pérdida de granulosidad. Hay una ligera actividad retroauricular acompañada de macroporosidad ocasional, aunque esta última no es típica. Se aprecian ligeros cambios en el ápice; se incrementa la microporosidad dependiendo del grado de densificación. El rasgo distintivo de esta fase es la transición de una superficie granular a una densa

Fase VI: (45-49 años) se aprecia pérdida significativa de granulosidad, que es reemplazada por tejido denso. No se evidencia ondulamiento ni estrías ni organización transversal. Los cambios en el ápice son ligeros o moderados pero ya observables. La microporosidad se pierde total o parcialmente como consecuencia de la densificación de la superficie. Se incrementa la irregularidad de los bordes acompañada de moderada actividad retroauricular y poca o ninguna macroporosidad

Fase VII: (50-59 años) como rasgo distintivo resalta la irregularidad de la superficie. La semicara inferior presenta labiación en su porción detrás del cuerpo del coxal. Los cambios apicales son invariables o acentuados. Se incrementa la irregularidad de los bordes. La macroporosidad puede estar presente en algunos casos pero no es un requisito. La actividad retroauricular puede ser moderada o acentuada

Fase VIII: (>60 años) superficie no granular, irregular, con signos evidentes de destrucción subcondral. Se pierden definitivamente todos los rasgos de las fases jóvenes: el ondulado, la organización transversal, las estrías y la granulosidad. La macroporosidad está presente casi en la tercera parte de los casos. La actividad apical generalmente es acentuada pero no es requisito para esta categoría de edad. Los bordes se tornan irregulares y con labiación. La superficie retroauricular se define muy bien a través de osteofitos de relieve bajo o moderado

Para facilitar la utilización del sistema de Lovejoy et al. (1985), tabla 18 contiene los estados de la observación con relación a la edad.

Tabla 18 Sistema de la estimación de la edad según Lovejoy et al. (1985)

estado	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
edad	20-24	25-29	30-34	35-39	40-44	45-49	50-59	60 +

Como resumen se establecen los siguientes cambios para cada fase mencionada, que también están resumidas en tabla 19 y figura 16:

20-24 años: Ondulación con granulación fina
25-29 años: Reducción de la ondulación, pero retención de aparición joven
30-34 años: Pérdida de ondulación, sustitución por estrías y distinta granulación grueso
35-39 años: Granulación gruesa uniforme
40-44 años: Transición de granulación gruesa hasta una superficie densa
45-49 años: Termino de densificación con ausencia completa de granulación
50-59 años: Superficie irregular, de topografía áspera y actividades moderadas hasta pronunciadas en el área periauricular
60 y más años: Destrucción en la superficie con labios marginales, macroporosidad; irregularidad avanzada y actividades fuertes en al área periauricular

Tabla 19 Metamorfosis de la faceta auricular (según Byers 2001)

rango	organización transversal	granulación	actividad apical	actividad	porosidad
20 – 24	ondulación	muy fina	ninguna	ninguna	ninguna
25 – 29	inicio de sustitución de ondulación por estrías	grano fino más grueso	ninguna	ninguna	ninguna
30 – 34	menos ondulación, más estrías	de grano grueso	ninguna	a veces poca	unas micro
35 – 39	reducción fuerte de ondulación y estrías	de grano grueso uniforme	poca	poca	unas micro
40 – 44	ninguna ondulación, estrías vagas	transición de granulación más densa	poca	poca hasta moderada	micro, a veces macro
45 – 49	ninguna	hueso denso	poca hasta moderada	moderada	micro, macro
50 – 60	ninguna superficie irregular	hueso denso	pronunciada	moderada a pronunciada	macro presente
> 60	ninguna	destrucción del hueso	pronunciada	pronunciada con osteofitos	macro

Fig. 16 Metamorfosis de la faceta auricular; arriba: etapas 1 hasta 5; abajo: etapas 6 hasta 10 (por Schwartz 1995)

1.3.5.2. Metamorfosis de la sínfisis púbica

Desde su introducción en 1920 por T.W. Todd la sínfisis púbica configura el rasgo anatómico más utilizado en la estimación de la edad en base de restos óseos, tanto en casos arqueológicos como forenses. El grado de protección, que permite la conservación de la sínfisis púbica en huesos bajo tierra, la claridad en la apreciación de su metamorfosis y su propia conformación, que la convierten en una especie de epífisis ósea hacen que esta porción de la pelvis posea una gran popularidad en los estudios forenses y arqueológicos. No obstante, el mismo Todd advirtió sobre las imprecisiones en la aplicación de este sistema de evaluación de la edad, sugiriendo que es más preciso para los intervalos entre 20 a 40 años y por tanto se debe utilizar con precaución y nunca como único criterio de edad. Al aplicarse con otros criterios de todo el esqueleto, puede brindar un margen de error de aproximadamente dos a tres años; cercano a los cinco años si se emplea solamente la pelvis (Rodríguez Cuenca 1994, 2004).

Estudios posteriores han evidenciado las fallas y las dificultades en la utilización del sistema de 10 fases introducido por Todd (Krogman & Iscan 1986, Meindl et al. 1985, Brooks & Suchey 1990). Así, Brooks (1955) encontró una sobrestimación de la edad especialmente en la tercera (20-30 años) y cuarta (30-40 años) década. Como resultado, Brooks modificó los límites de las edades de Todd proponiendo una disminución de las fases V-VIII en tres años. McKern & Stewart (1957) percibieron dificultades en la aplicación del método en material óseo de personal militar muerto en la guerra de Corea. Por tal razón, desarrollaron un sistema de tres componentes: dorsal, ventral, borde sinfisial. Sin embargo, éste último presenta dificultades por haber sido diseñado exclusivamente para material caucasoide masculino y joven, además, que no fue verificado en poblaciones de edad conocida. Gilbert & McKern (1973) diseñaron un modelo de tres componentes para series femeninas. Suchey (1979) y Hanihara & Suzuky (1978) encontraron imprecisiones al realizar pruebas de verificación, particularmente entre los 20-40 años de edad (Rodríguez Cuenca 1994). Finalmente, al aplicar el método de seriación o selección de series de fases típicas de cada estado en la metamorfosis cronológica de una superficie, y el sistema de 10 fases de Todd, Meindl et al. (1985) demostraron su gran aplicabilidad una vez introducidas ciertas modificaciones. Los mayores errores se evidencian en edades superiores, particularmente en virtud de la variación individual a partir de la cuarta década (30-40 años). Aunque no se conocen los efectos del componente racial o sexual, el margen de error a juzgar se incrementa en las categorías superiores del sexo femenino (Rodríguez Cuenca 2004).

Generalmente la sínfisis púbica cambia en una manera distinta y sigue modificándose según las siguientes etapas:

- Superficie convexa con grietas horizontales, sin borde o división en las ramas inferior o superior del pubis
- Superficie pierde su relieve e inicio de la construcción de bordes
- Superficie lisa alrededor con bordes
- Superficie cóncava, con bordes alrededor y signos de artrosis

Otros cambios que se observan en la sínfisis púbica son:

- Surcos montañosos de la faceta bajan desde fisuras estructuradas hasta cóncavo
- Aparición de rampa ventral
- Aparición de anillo o aro en la rampa ventral que circula la facetas con pronunciación inferior
- Destrucción en el medio de la superficie

I. Sistema por Todd

Todd (1920) empezó con la investigación estructurada de la faceta sinfisial del pubis y estudió una colección de esqueletos pertenecientes a 306 individuos masculinos caucasoides de edad conocida en donde más del 85% eran mayores de 30 años. El estableció diez etapas entre las edades de 18 a 50 y más, que parecen posteriormente demasiado detallados y por eso poco practicable. Pero se sugirió, que los mismos estados son extensibles a negroides masculinos y caucasoides femeninos, aunque con una diferencia de dos a tres años con relación a los caucasoides masculinos (Steele & Bramblett 2000, Rodríguez Cuenca 1994).

En lo sucesivo se describen las fases de la metamorfosis de la sínfisis púbica (ver también figura 17 y tabla 20)

Fase I postadolescente: (18-19 años) la superficie sinfisial se caracteriza por ser ondulada, cubierta de crestas transversales separadas por surcos bien definidos; no se observan nódulos de osificación adheridos a la superficie, ni márgenes ni extremidades definidas

Fase II postadolescente: (20-21 años) la superficie sinfisial continua siendo ondulada, cubierta de crestas transversales, pero los surcos comienzan a rellenarse cerca del límite dorsal, con formación de tejido óseo nuevo de textura fina. Esta formación inicia a enrarecer el contorno de las extremidades posteriores de las crestas horizontales. Los nódulos de osificación se pueden fusionar con la cara sinfisial superior. El borde dorsal delimitador inicia su desarrollo sin que afecte las extremidades. Se configura el biselado ventral

Fase III postadolescente: (22-24 años) la cara sinfisial exhibe una progresiva obliteración del sistema de crestas y surcos. Se inicia la formación del plano dorsal; hay presencia de nódulos de osificación epifisial. El borde dorsal se va definiendo gradualmente. Se pronuncia aceleradamente el biselado como consecuencia de la pérdida de densidad ventral; no hay delimitación de las extremidades

Fase IV: (25-26 años) se aprecia un incremento del angulamiento (biselado) ventral, correspondiendo a una disminución en la formación de crestas y surcos. Se completa la definición del reborde dorsal mediante la formación del plano dorsal. Se inicia la delimitación de la extremidad inferior

Fase V: (27-30 años) se aprecia poco o ningún cambio en la cara sinfisial y en el plano dorsal exceptuando algunos intentos esporádicos y prematuros en la formación de la rampa ventral. Se incrementa la claridad en la definición de la extremidad inferior como del reborde dorsal. Se inicia la formación de la extremidad superior con o sin intervención de nódulos óseos epifisiales

Fase VI: (30-35 años) se incrementa la definición de las extremidades; se desarrolla y prácticamente se completa la rampa ventral. Hay retención de la apariencia granular de la cara sinfisial y del aspecto ventral del pubis. También se aprecia ausencia de labiación del borde sinfisial

Fase VII: (35-39 años) se evidencian cambios en la cara sinfisial y en el aspecto ventral del pubis; concomitantes a la disminución de su actividad. Aparecen excrecencias óseas en las áreas de inserción de tendones y ligamentos, particularmente del tendón gráciles y el ligamento sacro-tuberoso

Fase VIII: (39-44 años) la cara sinfisial es generalmente suave e inactiva, al igual que la superficie ventral. El contorno oval se completa total o casi totalmente; las extremidades están claramente definidas. No se distingue el aro de la cara sinfisial ni se evidencia labiación marcada de los bordes dorsal y ventral

Fase IX: (45-50 años) se caracteriza por la formación de un aro más o menos marcado. El borde dorsal está uniformemente labiado, mientras que el ventral se observa de una manera irregular

Fase X: (> 50 años) la cara sinfisial se torna erosionada y muestra signos de osificación errática. El borde ventral es más o menos descontinuó. Con la edad se incrementa la desfiguración de la cara

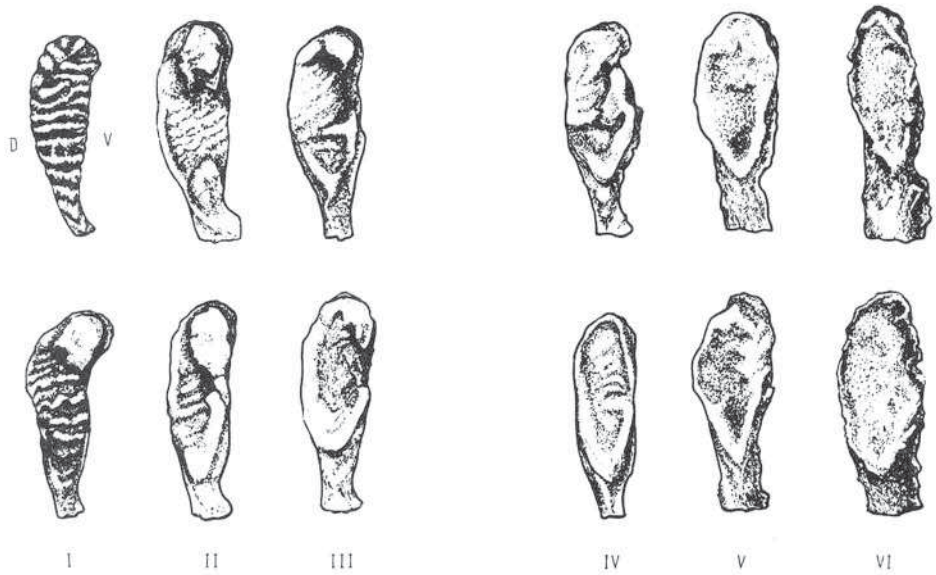


Fig. 17 Cambios en la faceta auricular según el sistema de Todd (por Buikstra & Ubelaker 1994)

Tabla 20 Edades correspondientes según las etapas del sistema por Todd (1920)

estado	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
edad	18-19	20-21	22-24	25-26	27-30	30-35	35-39	39-44	45-50	50 +

Un año después de su publicación inicial, Todd (1921) estableció la técnica para determinar la edad en mujeres fundamentado en la superficie sinfisial. Las etapas observadas son las siguientes:

Fase I: La superficie sinfisial se caracteriza por ser ondulada, cubierta de crestas transversales separadas por surcos bien definidos. No hay ninguna distinción entre las grietas superior e inferior y toda la muestra se ve más delicada que en los hombres. No se observan nódulos de osificación adheridos a la superficie, ni márgenes ni extremidades definidas

Fase II: La superficie sinfisial continua siendo ondulada. Las grietas horizontales se llenan cerca de su limité dorsal con nuevo material de textura fina. Los nódulos epifisiales de osificación se fusionan con la cara sinfisial superior. El borde dorsal delimitador inicia su desarrollo, sin que afecte las extremidades. Se configura el biselado ventral

Fase III: La cara sinfisial exhibe una progresiva obliteración del sistema de crestas y surcos. Se inicia la formación del plano dorsal. Posible presencia de nódulos de osificación. El borde dorsal se va definiendo con excrecencias afiladas. Se pronuncia aceleradamente el biselado ventral. No hay delimitación de las extremidades

Fase IV: Se aprecia un incremento del angulamiento (biselado) ventral, correspondiendo a una disminución en la formación de crestas y surcos. Se completa la definición del reborde dorsal mediante la formación del plano dorsal. Se inicia la delimitación de la extremidad inferior

Fase V: Se aprecia poco o ningún cambio en la cara sinfisial y en el plano dorsal, exceptuando algunos intentos esporádicos y prematuros en la formación de la rampa ventral. Se incrementa la claridad en la definición de la extremidad inferior como del reborde dorsal. Se inicia la formación de la extremidad superior con o sin intervención de nódulos óseos epifisiales

Fase VI: Se incrementa la definición de las extremidades; se desarrolla y prácticamente se completa la rampa ventral. Hay retención de la apariencia granular de la cara sinfisial. Ausencia del aspecto ventral del pubis conectando a la rampa ventral para la transformación a una superficie compacta. Por eso, la rampa ventral parece más o menos débil. Retención del perfil del borde dorsal y del sistema de surcos y crestas. También se aprecia ausencia de labiación del borde ventral y no incrementa la labiación en el borde dorsal

Fase VII: Se evidencian pocos cambios en la cara sinfisial y en el aspecto ventral del pubis concomitantes a la disminución de su actividad. No hay una formación de un borde sinfisial ni osificaciones de inserción de tendones y ligamentos

Fase VIII: La cara sinfisial es generalmente suave e inactiva al igual que el aspecto ventral. El contorno oval se completa totalmente. Las extremidades están claramente definidas. No se distingue el aro de la cara sinfisial ni se evidencia labiación del borde ventral, ni labiación marcada del borde dorsal. Se osifican inserciones de tendones y ligamentos, especialmente del tendón gráciles y el ligamento sacro-tuberoso

Fase IX: Se caracteriza por la formación de un aro más o menos marcado. No labiación del borde ventral ni más labiación del borde dorsal. No se observa erosión secundaria

Fase X: Borde ventral erosionado y continua hasta la superficie sinfisial. Ninguna evidencia de más labiación. A veces, solamente hay poca desfiguración de la cara

II. Sistema por McKern & Stewart

En el año 1957, McKern & Stewart publicaron sus resultados sobre la investigación de la faceta sinfisial basado en 349 caucasoides del sexo masculino, que fallecieron en la guerra en Corea; más del 85% de ellos tuvieron menos de 30 años. Los autores identificaron nueve detalles morfológicos de la sínfisis púbica propuestos (Steele & Bramblett 2000, Rodríguez Cuenca 1994).

1) Crestas y surcos
2) Borde dorsal
3) Declive ventral
4) Extremidad inferior
5) Nódulo de osificación superior
6) Extremidad superior
7) Rampa ventral
8) Plano dorsal
9) Aro sinfisial

Dichos autores establecieron que las crestas y sus surcos delimitadores están divididos a su vez por una cresta o surco longitudinal, que dibuja dos mitades, denominadas semicara dorsal y semicara ventral. Por tanto, la obliteración de las crestas y surcos no se consideran un rasgo independiente. Además, los rasgos 4 y 2, 6 y 3, y 5 y 7 están relacionados entre sí, formando pares, y todos estos seis rasgos pueden ser incluídos en la descripción de las dos semicaras. Igualmente los detalles 2 y 8, 3 y 7, se relacionan en pares y forman parte del complejo de semicaras. Finalmente, el rasgo 9, el aro sinfisial, se considera rasgo diferente (Krogman & Iscan 1986). Como resultado de esta revisión, McKern y Stewart propusieron una combinación de tres componentes principales (ver figura 18) con cinco expresiones del desarrollo (Rodríguez Cuenca 2004).

Componente I: Rampa dorsal

Fase 0: Ausencia del borde dorsal
Fase 1: Aparición de un ligero margen en el tercio medio del borde dorsal
Fase 2: Margen dorsal se extiende a lo largo de todo el borde dorsal
Fase 3: Crestas se rellenan y se observa reabsorción de los surcos hasta formar un plano (“plateau”) inicial en el tercio medio de la semicara dorsal
Fase 4: Plano aún exhibe vestigios de ondulado y se extiende en la mayor parte sobre la semicara dorsal
Fase 5: Desaparición completamente del ondulado y la superficie de toda la semicara se aplana y se torna de una textura ligeramente granular

Componente II: Rampa ventral

Fase 0: Ausencia del biselado ventral
Fase 1: Biselado ventral está presente solamente en el borde ventral superior
Fase 2: Biselado se extiende inferiormente a lo largo del borde ventral
Fase 3: Rampa ventral se inicia a instancias de las extensiones óseas de una o ambas extremidades
Fase 4: Rampa se extiende, aunque quedan vacíos aún evidentes a lo largo del borde ventral inicial, pero más evidente en los dos tercios superiores
Fase 5: Se completa la rampa

Componente III: Reborde o aro sinfisial

Fase 0: Ausencia del aro sinfisial
Fase 1: Aro sinfisial se presenta parcialmente, generalmente en el extremo superior del margen dorsal; es redondeado y suave en textura y ubicado por encima de la superficie sinfisial
Fase 2: Reborde dorsal se completa y el ventral se empieza a conformar. No existe un sitio particular de inicio
Fase 3: Se completa el reborde sinfisial. La superficie sinfisial abarcada es finamente granulada en textura e irregular u ondulada en apariencia
Fase 4: Aro comienza a descontinuarse, la cara se torna suave y aplanada y el aro ya no es redondeado aunque agudamente definido. Hay alguna evidencia de labiación en el borde ventral
Fase 5: Se continua el rompimiento del aro, especialmente a lo largo del borde ventral superior. La cara sinfisial pierde densidad. La osificación se descompone y se torna errática a lo largo del aro ventral

Tabla 21 contiene las edades correspondientes al desarrollo de los componentes.

Tabla 21 Edades correlacionadas con el desarrollo de la sínfisis púbica (según Brothwell 1981)

componente	0	1	2	3	4	5
I	17-18	18-21	18-21	18-24	19-29	23+
II	17-22	19-23	19-24	21-28	22-33	24+
III	17-24	21-28	24-32	24-39	29+	38+

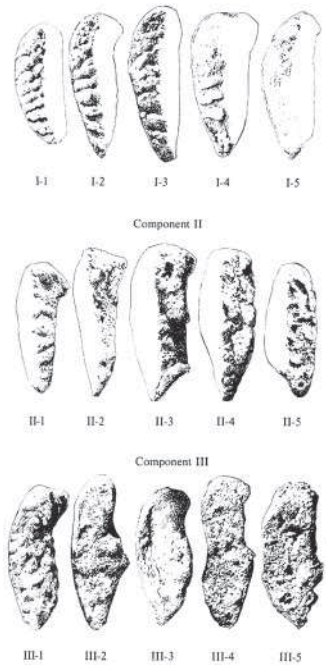


Fig. 18 Cambios en la faceta auricular según el sistema de McKern & Stewart (por Brothwell 1987)

Para la determinación de la edad, McKern & Stewart combinaron los valores de los tres componentes por adición, que resulta en una suma entre 0 y 15 (ver tabla 22).

Tabla 22 Rangos de edades según las etapas de la sínfisis púbica (según Steele & Bramblett 2000)

sumatoria	promedio de edad	rango de edad
0	17,29	< 17
1-2	19,04	17-20
3	19,79	18-21
4-5	20,84	18-23
6-7	22,42	20-24
8-9	24,14	22-28
10	26,05	23-28
11-13	29,18	23-39
14	35,84	> 29
15	41,00	> 36

Krogman (1962) definió esta metodología como la más confiable para estimación de la edad en individuos adultos.

III. Sistema por Gilbert & McKern

Gilbert & McKern (1973) sugirieron, que las diferencias en la metamorfosis de la sínfisis púbica eran más acentuadas que las indicadas por Todd (Ubelaker 1999). Al aplicar la fórmula de Todd en 103 individuos femeninos de edad conocida, los investigadores establecieron, que los estándares masculinos sobrestiman la edad de la muestra femenina. Además, las fases son diferentes al utilizar distintas partes de la sínfisis. Así, las mujeres de la misma edad aparentan 10 años más jóvenes al aplicar la rampa ventral y 10 años mayores al utilizar el plano dorsal. Por tal razón, Gilbert y McKern emplearon los mismos tres componentes de McKern & Stewart, cada uno con seis expresiones de desarrollo (ver figura 19) que están descritas en adelante (Rodríguez Cuenca 1994):

Componente I: Semicara dorsal

Fase 0: Las crestas y surcos son bien evidentes; las primeras están onduladas y el borde dorsal es indefinido
Fase 1: Las crestas empiezan a aplanarse, los surcos a rellenarse; se inicia un borde dorsal aplanado en el tercio medio de la semicara
Fase 2: La semicara dorsal se extiende ventralmente, se hace ancha y continua el aplanamiento; el margen dorsal se extiende en sentido superior e inferior
Fase 3: La semicara dorsal es bastante suave; el margen puede ser angosto o no diferenciarse de la cara
Fase 4: La semicara es completa y continua; es ancha y de un grano muy fino; puede exhibir vestigios de ondulación
Fase 5: La semicara se llena de hoyuelos y se torna irregular por la pérdida de densidad

Componente II: Rampa ventral

Fase 0: Las crestas y surcos son evidentes. Toda la semicara está angulada hacia la semicara dorsal
Fase 1: Los surcos de la semicara ventral empiezan a rellenarse en sentido inferior, formando una rampa angulada expandida, cuyo borde lateral es distinguible. La línea curva se extiende a lo largo de la sínfisis
Fase 2: Continua el relleno de los surcos y la expansión de la semicara, tanto de la extremidad superior e inferior. La rampa se extiende lateralmente a lo largo del borde ventral.
Fase 3: Casi cerca de un tercio de la semicara ventral se ha rellenado de tejido óseo granular

Fase 4: La rampa ventral presenta una superficie granular fina, ancha, completa, desde la cresta púbica hasta la rama inferior
Fase 5: La rampa ventral puede empezar a descomponerse, adoptando una apariencia muy ahuecada y probablemente esponjosa, como consecuencia de la pérdida de densidad

Componente III: Aro sinfisial

Fase 0: El aro está ausente
Fase 1: El aro o reborde se inicia en el tercio medio de la superficie dorsal
Fase 2: Se completa la parte dorsal del aro sinfisial
Fase 3: El aro se extiende desde las extremidades superior e inferior de la sínfisis, hasta que se completa casi un tercio del aspecto ventral
Fase 4: Se completa el aro sinfisial
Fase 5: Se puede descomponer el margen ventral de la semicara dorsal, formando interrupciones en el reborde, o este puede redondearse de tal manera que ya no existe una clara línea divisoria entre la semicara dorsal y la rampa ventral

Tabla 23 contiene las edades correspondientes al desarrollo de cada componente, mientras tabla 24 refleja la sumatoria de la metodología establecida por Gilbert & McKern.

Tabla 23 Rango de edades para el método por Gilbert & McKern (según Brothwell 1981)

componente	0	1	2	3	4	5
I	14-24	13-25	18-40	22-40	28-59	33-59
II	13-22	16-40	18-40	27-57	21-58	36-59
III	13-25	18-34	22-40	22-57	21-58	36-59

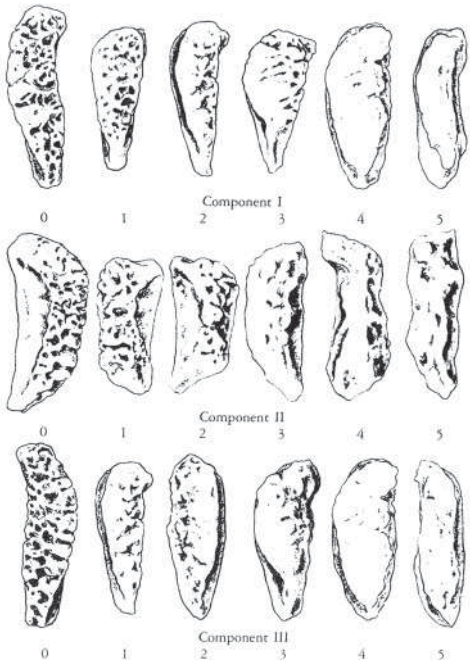


Fig. 19 Cambios en la faceta auricular según el sistema de Gilbert & McKern (por Bass 1986)

Tabla 24 Sumatoria de la metodología por Gilbert & McKern (según Steele & Bramblett 2000)

sumatoria	promedio	desviación	rango de edad
0	16,0	2,82	14-18
1	19,8	2,62	13-24
2	20,15	2,19	16-25
3	21,5	3,10	18-25
4-5	26,0	2,61	22-29
6	29,6	4,43	25-36
7-8	32,0	4,55	23-39
9	33,0	7,75	22-40
10-11	36,9	4,94	30-47
12	39,0	6,09	32-52
13	37,75	3,59	44-54
14-15	55,71	3,24	52-59

IV. Sistema por Meindl et al.

Meindl y colaboradores (1985) evaluaron y modificaron el sistema de Todd y establecieron las siguientes etapas del la metamorfosis de la sínfisis púbica (Buikstra & Ubelaker 1994, Rodríguez Cuenca 1994).

Fase 1: **Pre-epifisial** (I-IV de Todd, 20-29 años) es la fase modal del intervalo de 20-29 años de edad para ambos sexos. En la etapa inicial, esta fase se caracteriza por el ondulado bien marcado; hacia los 25 años se reduce sustancialmente, siendo visible de una manera moderada. Las semicaras de McKern & Stewart se forman hacia los 25 años; en especímenes aislados se pueden observar vestigios de ondulado en la quinta década. La formación activa de terraplén se inicia hacia los 24-37 años; los 25 años constituyen la edad mínima para distinguir el extremo inferior; la máxima hacia los 29 años. Entre los 21-30 años se aprecian nódulos de osificación con terraplén no asociado. Si el espécimen exhibe reducción del ondulado, un claro bisel ventral pero sin formación de terraplén, el individuo se ubica entre los 25-29 años

Fase 2: **Epifisial activa** (VI de Todd, 30-35 años) el evento modal de esta fase se caracteriza por la activa formación de la rampa ventral, brindando un aspecto de madurez a la sínfisis púbica, factor panorámico de esta edad

Fase 3: **Postepifisial** (VII de Todd, 36-40 años) resalta por la textura transicional, es decir, por los cambios en la cara sinfisial y en el borde ventral que puede variar entre una fosa granular irregular, hasta una granular fina o densa; es el evento modal del período comprendido entre 36-40 años. Sin embargo, en virtud de las excepciones a este proceso no se debe aceptar como un rasgo panorámico según advierten los autores del estudio. Por otra parte, aunque la formación de la rampa puede presentarse entre los 35-40 años, ésta se define completamente antes de los 35 años

Fase 4: **Predegenerativa y degenerativa** (VIII - X de Todd, más de 40 años) la decadencia del pubis como fuente indicativa de edad se señaliza por lo cambios degenerativos que acompañan a la sínfisis púbica, y que incluye la obliteración, la fusión y el remodelado final de la superficie; comprendiendo además las cavidades dorso-sinfisiales y la fosita espiral. Aquí surgen serias dificultades para asociar adecuadamente estos cambios degenerativos con la edad; con el incremento de la edad, su diagnóstico se hace cada vez más difícil. Además, el tamaño del pubis juega también un papel importante: entre más amplia sea la superficie, mayor apariencia juvenil tendrá el espécimen; al contrario el pubis pequeño y grácil aparentará mayor edad. Los primeros cambios degenerativos toman lugar en el borde dorsal siendo quizá el área de mayor información, relacionada además por los cambios ocurridos durante el parto. La formación de hoyuelos en la superficie del

hueso puede estar acompañada de porosidad extendida o de erosión osteopénica; este último proceso se manifiesta solamente en mujeres con osteoporosis posmenopáusica.

En la siguiente tabla 25 se observa la correspondencia entre las fases establecidas por Meindl et al. con las fases de Todd, y tabla 26 contiene un resumen del sistema tratado:

Tabla 25 Rango de edades para el método por Meindl et al (1985).

fase Meindl et al.	1	2	3	4
fase Todd	I-IV	VI	VII	VIII-X
edad	20-29	30-35	36-40	40 *

Tabla 26 Metamorfosis de la sínfisis púbica por Meindl et al. (según Byers 2001)

rango	**superficie**	**bordes**		**extremidades**	
	sinfisial	**ventral**	**dorsal**	**superior**	**inferior**
< 20	surcos y grietas	no bisel	indefinido	indefinido	indefinido
10 – 25	surcos y grietas	no bisel	inicio de definición	indefinido	indefinido
26 – 29	reducción de surcos y grietas	bisel presente	plano completo	indefinido	definición parcial
30 – 35	granulación	rampa ventral completa	plano completo	formación inicia	formación continua
36 – 40	textura más fina	rampa ventral completa	plano completo	formación continua	formación continua
41 – 45	superficie lisa	rampa ventral completa	no labiación	formación completa	formación completa
46 – 50	alrededor una cresta	labiación irregular	labiación homogénea	formación completa	formación completa
> 50	erosión y osificación	erosión y osificación	erosión y osificación	erosión y osificación	erosión y osificación

V. Sistema por Katz & Suchey

Katz & Suchey (1986) elaboraron unos estándares apropiados a una muestra de 739 individuos masculinos de edad conocida entre 14 y 92 años (Burns 1999). A continuación se presentan las fases según las autores (ver figura 20):

Fase 1: (15 – 23 años) temprano con superficie completamente ondulada; más tarde inicia la osificación de nodos cuando las grietas desaparecen lentamente
Fase 2: (19 – 35 años) nudos osificados, el borde dorsal esta formado e inicia la formación de la rampa ventral
Fase 3: (22 – 43 años) definición de los extremos superior e inferior de la superficie, la rampa ventral esta completa
Fase 4: (23 – 59 años) la superficie sinfisial aparece más lisa y plana, el perfil oval esta casi formada
Fase 5: (28 – 78 años) aro sinfisial pronunciado, el borde dorsal esta elevado y el borde ventral elevado irregularmente
Fase 6: (36 – 87 años) la rampa ventral se ha quebrado, la elevación de los bordes está irregular y la osificación está erosionada

Fig. 20 Cambios en la faceta auricular según el sistema de Katz & Suchey (modificado, según Burns 1999)

Tabla 27 pone a disposición la comparación entre los sistemas de Todd y de Katz & Suchey.

Tabla 27 Correlación entre los sistemas de Todd y Katz & Suchey (según Burns 1999)

Katz &Suchey	Todd	rango	edad
1	I, II, III	15 – 23	8
2	IV, V	19 – 35	16
3	VI	22 – 43	21
4	VII, VIII	23 – 59	36
5	IX	28 – 78	50
6	X	36 – 87	51

VI. Sistema por Suchey & Brooks

Las descripciones siguientes definen el sistema elaborado por Suchey & Brooks (1990) para la estimación de la edad fundamentado en la morfología de la faceta sinfisial de 1225 huesos púbicos examinados en autopsias en Los Ángeles, California, EEUU. Entre ellos 739 masculinos (84%) y 273 femeninos con un rango de edad entre 14 y 99 años, de diferente origen y estrato social. Mientras se puede aplicar las descripciones tanto para varones como para mujeres, se usa para la observación visualmente el esquema dado (comparar Rodríguez Cuenca 1994, ver figura 12).

Fase I: La superficie de la cara sinfisial es ondulada, cubierta de crestas y surcos que se extienden hasta incluir el tubérculo púbico. Las crestas horizontales están bien definidas y comienza a formarse el biselado (ángulo oblicuo) ventral. Aunque pueden presentarse nódulos de osificación en la extremidad superior, la clave para diferenciar esta fase es la ausencia de delimitación en ambos extremos (superior e inferior)

Fase II: La cara sinfisial aún puede presentar desarrollo de crestas. Comienza la delimitación de ambas (superior e inferior) extremidades que ocurre con o sin nódulos de osificación. La rampa ventral puede estar en sus fases iniciales como parte de la extensión de la actividad ósea en una o ambas extremidades

Fase III: El borde inferior de la cara sinfisial y la rampa ventral se encuentran en proceso de acabado. Puede continuarse la fusión de los nódulos de osificación que forman el borde superior y a lo largo del ventral. La cara sinfisial es suave o puede continuar exhibiendo crestas definidas. Se completa el plano dorsal, no se observa labiación del borde dorsal sinfisial ni excrecencias ligamentosas óseas

Fase IV: La cara sinfisial presenta habitualmente una granulosidad fina aunque persisten residuos de antiguas crestas y surcos. En este estado usualmente se completa el contorno oval, pero puede observarse una discontinuidad a nivel del borde ventral superior. El tubérculo púbico está completamente separado de la cara sinfisial por la definición del extremo superior; la superficie puede tener un borde definido. Ventralmente las excrecencias ligamentosas óseas pueden aparecer en la porción inferior del hueso púbico adyacente a la cara sinfisial. Si se llegase a presentar indicios de labiación éste será ligero y localizado en el borde dorsal

Fase V: El borde de la cara sinfisial se completa con la existencia de algunas ligeras depresiones de la misma superficie, relacionadas con el reborde. La labiación es moderada y generalmente se localiza en el borde dorsal con excrecencias ligamentosas más prominentes sobre el borde ventral

Fase VI: La cara sinfisial puede exhibir depresiones en la medida que se erosiona el reborde. Las inserciones ligamentosas ventrales son marcadas. En muchos individuos el tubérculo púbico aparece como una protuberancia ósea

independiente. La cara puede cavitarse o tornarse porosa, brindando una apariencia desfigurada con procesos de osificación errática. El aspecto de la superficie es con frecuencia irregular

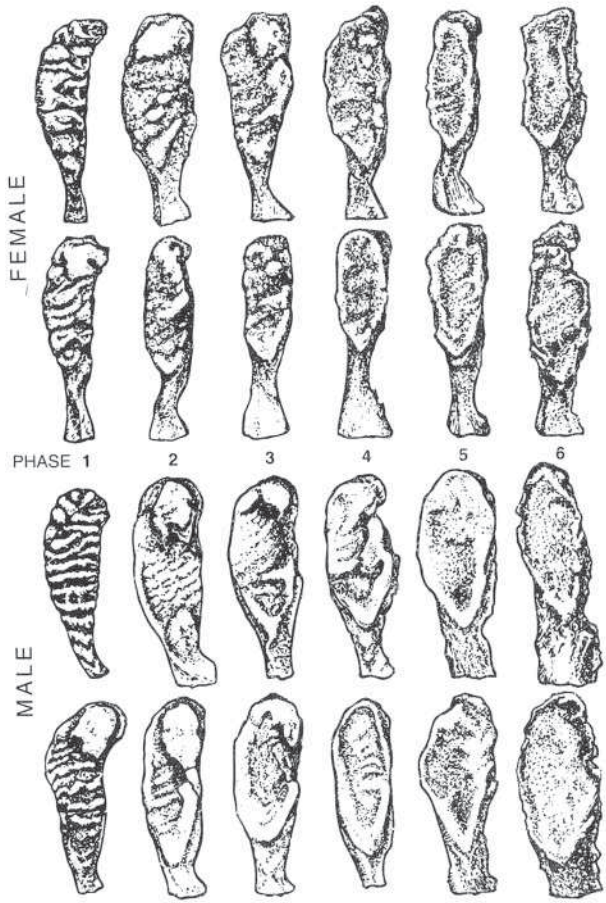


Fig. 21 Cambios en la faceta auricular según el sistema de Suchey & Brooks (por White 2000)

Cabe resaltar, que las fases III a VI conllevan una amplia variabilidad, lo que incide en los procesos de la estimación de la edad en casos forenses. Por tal razón es conveniente establecer los límites inferiores y superiores de la edad estimada; por ejemplo mayor de 40 años y menor de 50 años de edad (Rodríguez Cuenca 2004).

Como guía general las autoras establecieron los siguientes criterios:

1) La existencia de crestas y surcos profundos expresa una edad para masculinos y femeninos de 24 años ó menos.
2) La aparición de nódulos de osificación sin desarrollo del reborde ventral sugiere 30 ó menos años de edad
3) La ausencia de la rampa ventral acabada indica generalmente que el individuo tiene 40 ó menos años de edad

Tabla 28 incluye las edades correspondientes al desarrollo de la sínfisis púbica especificada para hombres y mujeres.

Tabla 28 Sínfisis púbica por Suchey & Brooks (1990)

	femenino			masculino		
estado	**promedio**	**d.s.**	**rango**	**promedio**	**d.s.**	**rango**
I	19,4	2,6	15-24	18,5	2,1	15-23
II	25,0	4,9	19-40	23,4	3,6	19-34
III	30,7	8,1	21-53	28,7	6,5	21-46
IV	38,2	10,9	26-70	35,2	9,4	23-57
V	48,1	14,6	25-83	45,6	10,4	27-66
VI	60,0	12,4	42-87	61,2	12,2	34-86

1.4. El método complejo

Elaborado por los antropólogos Acsádi & Nemeskéri (1970) este sistema se usa frecuentemente en Europa, pues se logra una estimación más exacta por la combinación de diferentes criterios. El método combina cuatro criterios craneales y poscraneales a saber:

- La faceta sinfisial del pubis
- La estructura esponjosa del húmero proximal
- La estructura esponjosa del fémur proximal
- La obliteración de las suturas endocraneales

y evalúa las etapas de la modificación morfológica (Ferembach et al. 1980, Herrmann et al. 1990, Szilvassy 1988). A continuación se presentan los criterios a analizar.

Criterio I: La faceta sinfisial del pubis (ver figura 22)
Por los cambios causados por el embarazo, es poco recomendable para el análisis de mujeres mayores.

Etapa 1: La superficie está convexa y tiene crestas horizontales / transversales; el borde de la rama del pubis está liso

Etapa 2: La superficie ondulada está menos pronunciada y más baja; en los bordes ventral y dorsal, también en la rama del pubis se construye una cresta

Etapa 3: Solamente se conservan restos granulosos de la estructura horizontal; las crestas en los bordes ventral y dorsal continúan y además la superficie sinfisial se divide contra la rama del pubis

Etapa 4: La superficie está lisa y plana con crestas pronunciadas a lo largo de los bordes ventral y dorsal; el borde contra la rama inferior del pubis está construido por un ángulo agudo

Etapa 5: La superficie sinfisial parece lisa y por partes cóncava; también muestra porosidades; además hay una cresta entera alrededor de la faceta

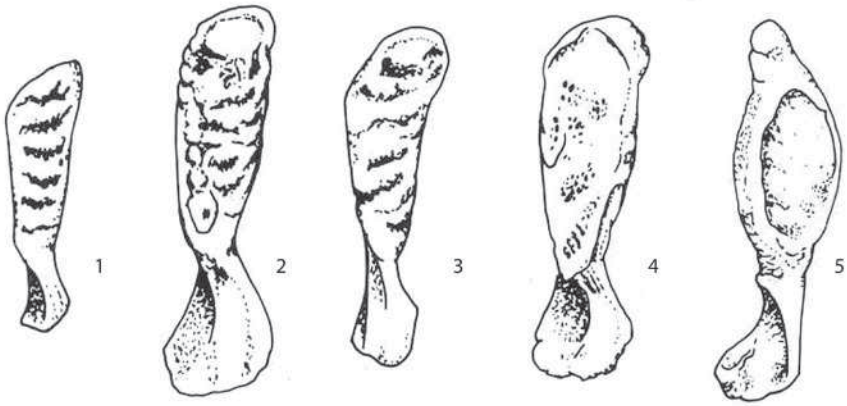


Fig. 22 Etapas de la sínfisis púbica por Acsádi & Nemeskéri (por Herrmann et al. 1990)

Las edades correspondientes a la expresión del criterio de la sínfisis púbica están presentadas en tabla 29.

Tabla 29 Etapas de la sínfisis púbica por Acsádi & Nemeskéri (según Herrmann et al. 1990)

etapa	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
edad	18-45	23-59	25-76	24-81	41-86

Para la observación de los cambios esponjosos en el húmero y fémur (figura 23) se utiliza radiografías, tomografías computarizadas o en la manera tradicional, cortes verticales de huesos secos.

Criterio II: La estructura esponjosa del húmero

Etapa 1: El extremo de la cavidad medular está debajo del cuello quirúrgico; los trabéculos muestran una forma radiante y en poca expresión un arco agudo

Etapa 2: La cavidad medular se extiende proximalmente; el extremo de la cavidad está ubicado a nivel del cuello quirúrgico o encima de el; los trabéculos se ahuecan y a veces se puede observar estructuras de arcos agudos

Etapa 3: El tope de la cavidad logra el nivel de la línea epifisial; el sistema de los trabéculos está en forma de arcos agudos; en el tubérculo mayor se ahueca la estructura esponjosa

Etapa 4: El tope de la cavidad está ubicado a nivel de la línea epifisial o encima de ésta; la estructura esponjosa muestra hoyos en el tubérculo mayor y las líneas de los tubérculos están interrumpidas en los dos lados

Etapa 5: En el tubérculo mayor existen lagunas de 2-3 mm diámetro; la cavidad se extiende proximalmente; además se observan discontinuidades en las líneas de la estructura esponjosa de la cueva

Etapa 6: En el tubérculo mayor existe una cavidad (< 5 mm), que puede extenderse hasta el cortical; la estructura esponjosa está casi eliminada y la cavidad medular puede extenderse hasta la cavidad del tubérculo mayor; la estructura compacta pierde sustancia en la diáfisis proximal

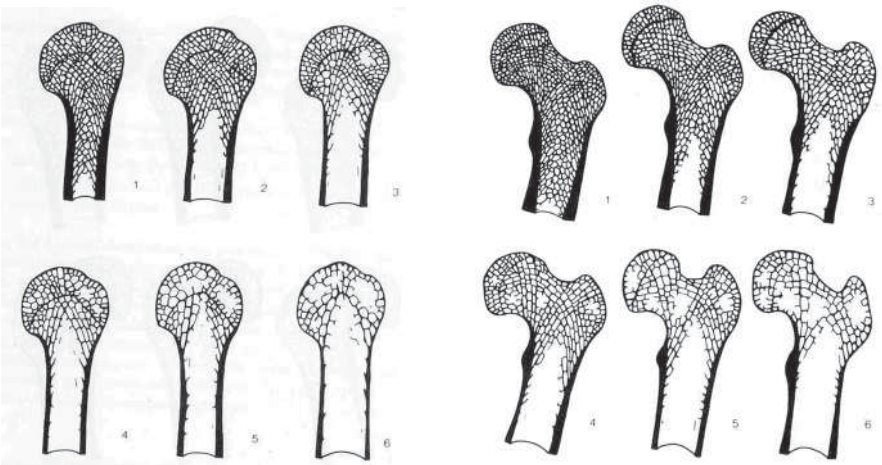


Fig. 23 Etapas del húmero y fémur por Acsádi & Nemeskéri (por Herrmann et al.1990)

Criterio III: La estructura esponjosa del fémur

Etapa 1: El tope de la cavidad medular está posicionado debajo del trocánter menor; las líneas de trayectoria están visibles

Etapa 2: La cavidad está debajo del nivel de trocánter menor o puede estarlo; se observa la disminución de la estructura esponjosa

Etapa 3: La cueva se extiende al borde superior del trocánter menor; la disminución de la estructura esponjosa es significante en el cuello y también los trabéculos se ahuecan en el trocánter mayor

Etapa 4: La cavidad medular está ubicada encima del borde superior del trocánter menor; en el cuello existe un vacío de 5-10 mm diámetro y continua la disminución de la estructura esponjosa

Etapa 5: En el cuello resiste solamente poca estructura trabecular; el trocánter mayor muestra lagunas de 3-5 mm diámetro y en la cabeza también se ahueca la estructura esponjosa

Etapa 6: Las cuevas en el cuello y en el trocánter menor se extienden de 5 – 10 mm diámetro; además la cueva del cuello se une con las otras; la estructura compacta de la diáfisis proximal se disminuye

Criterio IV: La obliteración de las suturas endocraneales

Para la investigación de las suturas se utiliza el esquema presentada por P. Broca (1861) con las 16 regiones definidas en la sutura sagital, coronal y lambda (ver capítulo 1.2.1.). Para la observación endocraneal del estado de obliteración de las áreas se emplea una linterna y se define las áreas definidas según su expresión (figura 24) y calcula el promedio de los valores de las observaciones.

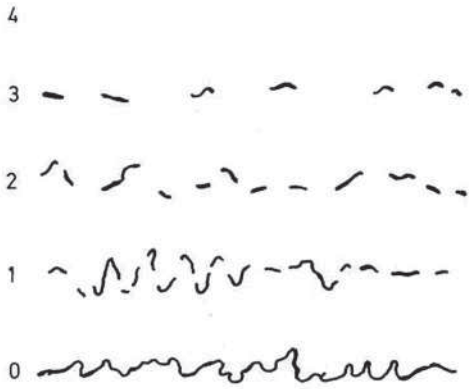


Fig. 24 Obliteración endocraneal por Acsádi & Nemeskéri; 0 = abierta; 1 = poco obliterado; 2 = obliteración mediana; 3 = obliteración casi completa; 4 = sutura cerrada (por Herrmann et al. 1990)

Para homogenizar las observaciones de la obliteración mediante el método complejo, se transforma los resultados obtenidos según tabla 30.

Tabla 30 Reformulación del criterio de la obliteración endocraneal (según Szilvassy 1988)

etapa	obliteración
1	0,0 – 1,5
2	1,6 – 2,5
3	2,6 –2,9
4	3,0 – 3,9
5	4

El método complejo funciona con una eficacia de 80 – 85 % en adultos con un rango de desviación de +/- 2,5 años. Para la estimación de la edad se busca en las tablas 31 y 32 los valores correspondientes. La faceta sinfisial funciona como la orientación general.

Tabla 31 Promedio de la edad para el uso de los cuatro criterios (según Herrmann et al. 1990)

edad menor (sínfisis etapa 1 o 2)				
etapa	**sínfisis**	**húmero**	**fémur**	**suturas**
1	23	23	23	23
2	37	41	35	35
3	46	48	44	45
4	54	52	50	53
5	61	54	54	58
6	-	55	58	-

edad mediana (sínfisis etapa 3)				
etapa	**sínfisis**	**húmero**	**fémur**	**suturas**
1	32	41	33	30
2	44	51	44	44
3	52	57	52	53
4	60	59	58	60
5	67	61	63	63
6	-	62	67	-

Cont. Tabla 31 Promedio de la edad para el uso de los cuatro criterios (según Herrmann et al. 1990)

edad mayor (sínfisis etapa 4)				
etapa	**sínfisis**	**húmero**	**fémur**	**suturas**
1	40	57	43	39
2	49	61	53	52
3	58	65	59	60
4	68	67	66	66
5	75	69	71	72
6	-	70	76	-

Tabla 32 Rangos de edad usando solamente un criterio (según Herrmann et al. 1990)

etapa	sínfisis	húmero	fémur	suturas
1	23 – 40	23 – 60	23 - 40	23 - 40
2	35 – 55	30 – 60	35 – 55	30 – 60
3	40 - 60	40 – 70	40 – 60	30 – 60
4	50 – 70	40 – 70	50 – 70	40 – 80
5	60 – 80	50 - 80	50 – 75	40 - 80
6	-	50 – 80	76	-

Aunque se puede aplicar los criterios separados del método complejo, el conjunto de la observación brinda resultados más confiables. En una evaluación o reanálisis del método complejo Molleson & Cox (1993) encontraron solamente correlaciones bajas en rangos de edades de 5 años. Entonces, los autores dedujeron, que el método complejo tiene un error sistemático que se presenta en una subestimación de individuos ancianos (> 70 años) y en la sobrestimación de individuos debajo de 70 años.

1.5. Cambios de la estructura histológica

El análisis histomorfométrico mediante el conteo de los osteónes en secciones delgadas de hueso es más sofisticado y presenta una serie de dificultades, entre las que tenemos la destrucción de los huesos largos para la extracción de los cortes, al igual que la carencia de equipo y personal entrenado (Stout 1989a, b, 1992, 1998). A pesar de estos inconvenientes, es de gran utilidad cuando los restos están muy fragmentados y es difícil estimar la edad macroscópicamente.

El crecimiento y el modelado son los dos procesos que permiten que el hueso cambie de tamaño y forma; el crecimiento es el proceso mediante el cual los tejidos y estructuras incrementan su tamaño, a través del aumento del número de células y material intracelular; el modelado actúa por la distribución polarizada de la actividad osteoblástica y osteoclástica, esculpiendo el hueso hasta producir la forma característica de la especie y según la demanda biomecánica del sitio. Ambos procesos causan efectos en la apreciación morfohistométrica del tejido (Rodríguez Cuenca 1994, Stout 1992).

La deriva cortical genera un mosaico de edades dentro del tejido compacto; las enfermedades y la acción biomecánica del hueso y el fenómeno de aceleración regional (FAR) son también factores que afectan la densidad de las poblaciones de osteónes en un corte, y por tal razón hay que tenerlos en cuenta en la selección y tamaño del campo de observación. El uso de un núcleo pequeño, reducido número de campos, secciones delgadas únicas de un mismo hueso o de varios huesos son parte de la discusión que se ha desarrollado a partir de la introducción de este método por Kerley (1965). Inicialmente, el propuso el corte de secciones delgadas del fémur, tibia y peroné de su parte media, contabilizando el número de osteónes (sistemas haversianos), los fragmentos de antiguos osteónes, el porcentaje de tejido laminar circunferencial (primario) y el número de canales no haversianos (vascular primario). Esas variables histomorfométricas son cuantificadas en microscopio de luz polarizada a partir de la ampliación 100 veces de cuatro campos seleccionados en la parte anterior, posterior, medial y lateral del corte, de manera que el borde externo del campo circular sea tangencial al borde perióstico.

Posteriormente, Kerley & Ubelaker (1978) modificaron la metodología aconsejando la utilización de un campo del tamaño de 2,06 mm cuadrados con un factor de corrección apropiado. Ahlqvist y Damsten (1969) propusieron evitar la línea áspera y ubicar el campo del microscopio en la mitad de los cuadrantes propuestos por Kerley, utilizando un ocular reticulado de 1 mm cuadrado, conteniendo una rejilla de 100 * 100; los porcentajes de los cuatro campos se promedian para obtener el resultado final. Stout & Paine (1991) elaboraron un método que utiliza el tercio medio de la sexta costilla y la mitad de la clavícula. La posibilidad de comparar los resultados histológicos y morfológicos con el método de Iscan & Loth (1989), las apropiadas características biomecánicas de las costillas y su utilización en estudios de isotopos y elementos de traza para la reconstrucción de paleodieta, las hacen muy atractivas en los estudios bioantropológicos (Rodríguez Cuenca 1994).

Otros métodos (ver Ericksen 1991), que intentan evitar la destrucción de las muestras y optimizan la utilización de huesos fragmentados recomiendan la extracción de cuñas del hueso de al menos 1 cm en la sección transversal del punto medio del fémur anterior, opuesto a la línea áspera; este es el centro de la sección delgada. Se seleccionan cuatro puntos a 0,5 cm de cada lado del centro; los cinco campos de observación se fotografían para cuantificar los osteónes secundarios (X1), los osteónes tipo II (X2), los fragmentos (X3), los espacios de resorción (X4) y los canales no haversianos (X5); otros tres elementos se tienen también en cuenta: el hueso circunferencial no remodelado (X6), el hueso osteonal (X7) y los fragmentos óseos (X8). Posteriormente, se superpone sobre la fotografía una rejilla de 100 * 100 para contabilizar la cantidad de elementos microestructurales en los cinco campos y se divide por 4,43 para determinar la cantidad por milímetro cuadrado. La utilización de microfotografías tiene la gran ventaja de crear un documento verificable cuantas veces se quiera, que está libre del peligro implícito a los cambios de oculares y a los movimientos de la sección delgada, que hacen confundir el campo original. Empero, la utilización de una muestra poblacional muy heterogénea conduce a márgenes de error de +/-10 años, magnitud superior a la obtenida mediante la observación macroscópica, lo que demuestra la

necesidad de generar fórmulas propias para cada población. Los huesos a seleccionar son: la cuarta costilla, terminación esternal; la clavícula izquierda; el fémur izquierdo. Se hace un corte de 15 mm de altura en el punto medio del hueso. Tanto Ahlqvist & Damsten (1969) y Kerley (1965) recomiendan utilizar secciones delgadas de hueso descalcificado y blanqueado, aunque el último autor anota que el hueso fresco presenta también buenos resultados; la sección descalcificada se desbasta hasta obtener un grosor de 30-50 micrones; la no descalcificada hasta 25 micrones. La sección se monta en placas de vidrio (Rodríguez Cuenca 1994).

La determinación de las modificaciones en la estructura interna de los huesos largos resulta en indicaciones valiosas para la estimación de la edad. Por medio de microscopio se cuenta la cantidad de osteónes y los canales que no son de tipo Haver en base de cortes delgados (Kerley 1970).

Tabla 33 Correlación entre la densidad de osteónes y la edad por Wu et al 1970 (según Stout 1989)

densidad de osteónes	edad	edad estimada
9,8	15,8	15,8
12,7	23,2	24,1
17,4	36,0	37,6
19,3	46,1	43,1
21,1	53,7	48,3

1.6. Racemización del ácido aspártico

Conocido como “amino acid racemisation (AAR)”, esta metodología también es capaz de cuantificar la edad. Como base se postula que las proteínas, que se encuentran en huesos y dientes se modifican durante la vida en el cuerpo humano, especialmente el ácido aspártico. La racemización entonces es el proceso de cambio intravital del ácido L-aspártico en su forma D, que se acumula en estas proteínas permanentes -como la dentina- que incluye suficientes proteínas y además es estable y homogénea. Por eso, la determinación del grado de la racemización en tejidos representa un método confiable para la estimación de la edad en adultos (Ritz et al. 1996, Ritz-Timme 2001).

Para efectuar una AAR se necesita desmineralizar las raíces de los dientes (preparados por dentistas). Después se limpia los preparados con NaCl y etanol antes de ponerlos congelados. Para analizar, se necesita la derivación y la cromatografía de gas en laboratorios especializados. Estos análisis especiales se efectúan bajo un nivel altísimo de sistematización y estandardización. Como limites se puede formular la descomposición de los dientes y los respectivos huesos por calor o ácidos. Además, el tiempo de enterramiento influye negativamente en la constitución de las proteínas (Waite et al. 1999, Fu et al. 1995).

A continuación se coloca un resumen de los métodos presentados:

Tabla 34 Métodos presentados

aspecto	autor	comentario / observación para la práctica
suturas craneales		no toman en cuenta estrés por mecapal, no adecuada para jóvenes
	Meindl & Lovejoy	solo cráneos enteros
	Vallois	obliteración variable, rangos amplios, por hombres y mujeres
	Olivier	obliteración variable, rangos amplios
suturas palatinas	Mann et al.	referencia general
desgaste de los dientes	Lovejoy	en general subestiman la edad cronológica referencia cerca (Libben) con desgaste fuerte, consideración de dentadura incompleta
	Brothwell	fuerte desgaste; sólo molares
	Miles	fuerte desgaste, con evaluación en población paraguaya; sólo molares
	Guerasimov	aplicación en dientes maxilares fácil, más general que Zoubov
	Zuobov	aplicación dientes maxilares fácil, con ajuste de Guerasimov
translucidez de la raíz	Lamendin	funciona a partir de 25 años, rasgos estrechos
osificación de tiroides	Vlcek, Kilian & Vlcek	hallazgo raro en contexto forense
clavícula	Szilvassy	guía general hasta 30 años
costillas	Iscan et al.	conservación precaria en contexto forense
anillo de vértebras	Albert & Maples	aplicación fácil, guía general hasta 30 años
faceta auricular	Lovejoy et al.	conservación común, se requiere experiencia
sínfisis púbica	Todd	conservación moderada, referencia más vieja
	McKern & Stewart	referencia joven, análisis de componentes para varones
	Gilbert & McKern	referencia joven, análisis de componentes para mujeres
	Meindl et al.	resumen de Todd
	Katz & Suchey	rangos amplios para masculinos
	Brooks & Suchey	investigación multigrupal, rangos amplios
método complejo	Acsádi & Nemeskéri	método invasivo cuando no se cuenta con radiografías
histología	Stout	equipo técnico necesario
racemización	Ritz-Timme	equipo técnico necesario
radiografía clavícula	Walker & Lovejoy	interpretación necesita capacidad, equipo técnico
radiografía costillas	McCormick	interpretación necesita capacidad, equipo técnico

Bibliografía

Acsádi G & J Nemeskéri (1970) History of human life span and mortality. Akadémiai Kiadó, Budapest

Ahlqvist J & O Damsten (1969) A modification of Kerley's method for the microscopic determination of age in human bone. Journal of Forensic Sciences 14: 205-212

Aiello K & T Molleson (1993) Are microscopic ageing techniques more accurate than macroscopic ageing techniques? Journal of Archaeological Science 20: 689 -704

Albert AM & WR Maples (1995) Stages of epiphyseal union for thoracic and lumbar vertebral center as a method of age determination for teenage and young adult skeletons. Journal of Forensic Sciences 40: 623-633

Alexeev VP & GF Debetz (1964) Introducción a la craneometría. Moscú, Nauka (en ruso)

Bang G (1989) Age changes in teeth: Developmental and regressive. En Iscan MY (ed) Age Markers in the Human Skeleton. Springfield, Illinois: CC. Thomas, Pub., 211-236

Bass WM (1986) Human osteology: A laboratory and field manual of the human skeleton. Columbia, Missouri, Missouri Arch. Society, Special Public. No.2

Bedford ME, Russel KF, Lovejoy CO, Meindl RS, Simpson SW & PL Stuart-Macadam (1993) Test of the multifactorial ageing method using skeletons with known ages - at - death from the Grant collection. American Journal of Physical Anthropology 91: 287-29

Breul D (1974) Methoden der Geschlechts-, Körperlängen- und Lebensalterestimmung von Skelettfunden. Verlag M. Schmidt-Roemhild, Lübeck

Broca P (1861) Sur le volumee le forme du cerveau suivant les indiidus et les races. Bulletin Soc Anthropol Paris II: 139-207

Brooks ST (1955) Skeletal age at death: Reliability of cranial and pubic age indicators. American Journal of Physical Anthropology 13: 567-597

Brooks ST & JM Suchey (1990) Skeletal age determination based on the os pubis: A comparison of Acsádi-Nemeskéri and Suchey-Brooks methods. Human evolution 5: 227-238

Brothwell DR (1965) Digging up bones. The excavation, treatment and study of human skeletal remains. Cornell University Press, Ithaca, New York; 3rd edición 1987

Brothwell DR (1989) The relationship of tooth wear to aging. En MY Iscan (ed) Age makers in human skeleton. CC. Thomas Publisher, Springfield, Illinois, 303-316

Buikstra JE & DH Ubelaker (eds 1994) Standards for data collection from human skeletal remains. Proceedings of a seminar at the Field Museum of Natural History. Organized by J. Haas. Arkansas Archaeological Survey Research Series No. 44

Burns KR (1999) Forensic anthropology training manual. Prentice Hall, New Jersey

Byers SN (2001) Introduction in forensic anthropology. A textbook. Allyn and Bacon, Boston, Sydney, Tokyo

Cerny M (1983) Our experience with estimation of an individual's age from skeletal remains of the degree of thyroid cartilage ossification. Acta Universitatis Palackinae Olmucensis 3: 121-144

Charles DK, Condon K, Cheverud JM & JE Buikstra (1989) Estimating age at death from growth layer groups in cementum. En MY Iscan (ed) Age makers in human skeleton. CC. Thomas, 277-301

Cook DC (1984) Adult age determination from the dentition. En TA Rathburn & JE Buikstra (eds) Human identification. Case studies in forensic anthropology. CC Thomas Publishers, Springfield, Illinois, 307-328

Cox M (2000) Ageing adults from the skeleton. En M Cox & S Mays (eds) Human Osteology in archeological and forensic science. Greenwich Medical Media Ltd. London, 61-82

Ericksen MF (1991) Histologic estimation of age at death using the anterior cortex of the fémur. American Journal of Physical Anthropology 84: 171-179

Ferembach D, Schwidetzky I & M Stoukal (1980) Recommendations for age and sex diagnosis of skeletons. Journal of Human Evolution 9: 517-549

Foti B, Adalian P, Signoli M, Ardagna Y, Dutour O & G Leonetti (2001) Limits of the Lamendin method in age determination. Forensic Science International 122 (2-3):101-106

Fu S, Fan C, Song H & F Wei (1995) Age estimation using a modified HPLC determination of ratio of aspartic acid in dentin. Forensic Science International 73 (1): 35-40

Galera V, Ubelaker DH & LAC Hayek (1998) Comparison of macroscopic cranial methods of age estimation applied to skeletons from the Terry Collection. Journal of Forensic Sciences 43: 933-939

Galonska P (2001) Radiological age determinaton: Introduction and review. En Oehmichen M & G Geserick (2001 eds) Osteologische Identifikation und Altersschätzung. Research en legal medicine, Vol. 26, Schmidt-Roemhild, Lübeck, 293-306

Genoves GT (1962) Introducción al diagnóstico de la edad y del sexo en restos óseos prehistóricos. Instituto de Historia. Universidad Nacional Autónoma de México, México

Genoves ST & M Messmacher (1959) Valor de los patrones tradicionales para la determinación de la edad por medio de las suturas en cráneos mexicanos (Indígenas y Mestizos). Cuadernos del Instituto de Historia. Serie Antropológica No. 7. Universidad Nacional Autónoma de México, México

Gilbert BM & TW McKern (1973) A method of aging the female os pubis. American Journal of Physical Anthropology 38: 31-38

Gruspier KL & GJ Mullen (1991) Maxillary suture obliteration: A test of the Mann method. Journal of Forensic Sciences 36: 512-519

Guerasimov MM (1955) La reconstrucción del rostro a partir del cráneo (en russo). Nauka, Moscú

Gustafson G (1950= Age determination on teeth. Journal of the American Dentist Association 41: 45-54

Hanihara K & T Suzuki (1978) Estimation of age from the pubis symphysis by means of multiple regression analysis. American Journal of Physical Anthropology 48: 233-239

Hein B, Krenzer U & A Schmelter (1993) Anthropologische Untersuchungen der Liesborner Skelettserie. In B Trier (Hg) Ausgrabungen in der Abtei Liesborn. Eine Dokumentation des Westfälischen Museums für Archäologie, Münster/ Westfalen, 123-133

Herrmann B et al. (1990) Prähistorische Anthropologie. Leitfaden der Feld- und Labormethoden. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York

Hojo M (1954) On the pattern of the dental abrasion. Okajimas Folia de Anatomia Japon 26: 11-30

Iscan MY (ed 1989a) Age Markers in the Human Skeleton. Springfield, Illinois: CC. Thomas, Pub.

Iscan MY (1989b) Assessment of age at death in the human skeleton. En Iscan MY (ed) Age Markers in the Human Skeleton. Springfield, Illinois: CC. Thomas, Pub., 5-19

Iscan MY & KAR Kennedy (1989 eds) Reconstruction of life from the skeleton. Alan R. Liss, New York

Iscan MY & SR Loth (1989) Osteological manifestations of age in the adult. En Iscan MY & KAR Kennedy (eds) Reconstruction of life from the skeleton. Alan R. Liss Inc., New York, Singapore, 23-40.

Iscan MY, Loth SR & RK Wright (1984) Metamorphosis at the sternal rib end: A new method to estimate age at death in white males. Amer. Jour. Phys. Anthrop. 65(2): 147-56.

Iscan MY, Loth SR & RK Wright (1985a) Age estimation from the rib by phase analysis. White males. Journal of Forensic Science 29: 1094-1104

Iscan MY, Loth SR & RK Wright (1985b) Age estimation from the rib by phase analysis. White females. Journal of Forensic Science 30: 853-863

Jackes M (2000) Building the bases for palaeodemographic analysis: Adult age determination. En MA Katzenberg & SR Saunders (eds) Biological anthropology of the human skeleton. Wiley-Liss, New York, Chichester, 417-466

Kagerer P & G Grupe (2001) Age-at-death diagnosis and determination of life-history parameters by incremental lines in human dental cementum as an identification aid. Forensic Science International 118 (1): 75-82

Katz D & JM Suchey (1986) Age determination of the male os pubis. Am. Jour. Phys. Anthrop. 69:427-435

Kerley ER (1965) The microscopic determination of age in human bone. American Journal of Physical Anthropology 23: 149-163

Kerley ER (1984) Microscopic aging of human bone. En TA Rathburn & JE Buikstra (eds) Human identification. Case studies in forensic anthropology. CC Thomas Publishers, Springfield, Illinois, 298-306

Kerley ER & DH Ubelaker (1978) Revision in the microscopic method of estimating age at death in human cortical bone. American Journal of Physical Anthropology 49: 545-546

Key CA, Aiello LC & T Molleson (1994) Cranial suture closure and its implications for age estimation. International Journal of Osteoarchaeology 4: 193-207

Kieser JA, Preston CB & WG Evans (1983) Skeletal age at death: An evaluation of the Miles method for ageing. Journal of Archaeological Science 10: 9-12

Kilian J & E Vlcek (1989) Age determination from teeth in the adult. En Iscan MY (ed) Age Markers in the human skeleton. Springfield, Illinois: CC. Thomas, Publisher, 255-276

Knuβmann R (1968) Entwicklung, Konstitution, Geschlecht. En PE Becker (ed) Handbuch der Humangenetik. Band I, Thieme Verlag, Stuttgart

Knuβmann R (ed 1988) Anthropologie. Handbuch der vergleichenden Biologie des Menschen Band I/1. G. Fischer, Stuttgart, New York

Krogman WM (1962) The human skeleton in forensic medicine. CC Thomas Publishers, Springfield, Illinoois

Krogman WM & MY Iscan (1986) The human skeleton in forensic medicine. CC Thomas Publishers, Springfield, Illinois

Lamendin H, Baccino E, Humbert JF, Tavernier JC, Nossintchouk RM & Zerilli A (1992) A simple technique for age estimation in adult corpes: The two criteria dental method. Journal of Forensic Sciences 37: 1373-1379

Leopold D (ed 1998) Identifikation unbekannter Toter. Interdisziplinäre Methodik, forensische Osteologie. Schmidt-Roemhild, Lübeck

Leopold D & W Schaefer (1998) Röntgenologische Methoden zur Identifikation. En Leopold D (ed) Identifikation unbekannter Toter. Interdisziplinäre Methodik, forensische Osteologie. Schmidt-Roemhild, Lübeck, 289-325

Loth SR & MY Iscan (1989). Morphological assessment of age in the adult: The thoracic region. En MY Iscan (ed) Age markers in the human skeleton. Springfield, Charles C. Thomas, 105-135.

Lovejoy CO (1985) Dental wear in the Libben population: Its functional pattern and role in the determination of adult skeletal age at death. Amer. Jour. Phys. Anthrop. 68(10: 47-56.

Lovejoy CO, Meindl RS, Pryzbeck TR & RP Mensforth (1985) Chronological metamorphosis of the auricular surface of the ilium. A New method for the determination of adult skeletal age at death. Amer. Jour. Phys. Anthrop. 68(1): 15-28.

Lucy D, Pollard AM & CA Roberts (1995) A comparison of three dental techniques for estimating age at death in humans. Journal of Archaeological Science 22: 417-428

Macho GA & ME Berner (1994) Enamel thickness and the helicoidal occlusal plane. American Journal of Physical Anthropology 94: 327-338

Mann RW, Symes SA & WM Bass (1987) Maxillary suture obliteration: Ageing the human skeleton based on intact or fragmentary maxilla. Journal of Forensic Sciences 32: 148-157

Maples WR (1984) An improved technique using dental histology for the estimation of adult age. Journal of Forensic Sciences 23: 764-770

Masset C (1989) Age estimation on the basis of cranial sutures. En MY Iscan (ed) Age markers in the human skeleton. CC. Thomas, Springfield, Illinois, 71-103.

Mays S (1998) The archaeology of human bones. Routledge, London, New York

Mays S, de la Rua C & T Molleson (1995) Molar crown height as a means for evaluating existing wear scales for estimating age at death in human skeletal remains. Journal of Archaeological Science 22: 659-670

McCormick WF (1980) Mineralization of costal cartilages as an indicator of age: Preliminary observations. Journal of Forensic Sciences 25: 736-741

McKern TW & TD Stewart (1957) Skeletal age changes in young American Males. Quartermaster Research and Development Command Technical Report EP-45, Natick, Massachusetts

Meindl RS & CO Lovejoy (1985) Ectocranial suture closure: A revised method for the determination of skeletal age at death based on the lateral-anterior sutures. Amer. Jour. Phys. Anthrop. 68(1): 57-66.

Meindl RS & CO Lovejoy (1989) Age changed in the pelvis: Implications for palaeodemography. En Iscan MY (ed) Age Markers in the human skeleton. CC. Thomas Pub., Springfield, Illinois, 137-168

Meindl RS, Lovejoy CO, Mensforth RP & RA Walker (1985) A revised method of age determination using the os pubis, with a review and test of accuracy of other methods of pubic symphyseal aging. Amer. Jour. Phys. Anthrop. 68(1): 29-45.

Mensforth RP & OC Lovejoy (1985) Anatomical, physiological and epidemiological correlates of the ageing process: A confirmation of mutlifactorial age determination in the Libben Skeletal population. American Journal of Physical Anthropology 68: 87-106

Miles AEW (1963a) Dentition in the estimating of age. Journal of Dental Research 42: 255-263

Miles AEW (1963b) The dentition in the assessment of individual age in skeleton material. En DR Brothwell (ed) Dental anthropology. Pergamon, Oxford, 191-209

Milner GR, Boldsen JL & BM Usher (1997) Age-at-death determination using revised scoring procedures for age-progressive skeletal traits. American Journal of Physical Anthropology Supplement 24: 170 (abstract)

Molnar S (1971) Human tooth wear, tooth function and cultural variability. American Journal of Physical Anthropology 34(2): 175-89.

Moore-Jansen PH & RL Jantz (1989) Data collection procedures for forensic skeletal material. Forensic Anthropology Center, Report of Investigations No.48, The University of Tennessee, Department of Anthropology, Knoxville.

Murphy T (1959) The changing pattern of dentine exposure in human tooth attrition. Am. J. Phys. Anthropol. 17(1):167-178.

Myers Suchey J, Owings PA, Wiseley D & TT Noguchi (1984) Skeletal ageing of unidentified persons. En TA Rathburn & JE Buikstra (eds) Human identification. Case studies in forensic anthropology. CC Thomas Publishers, Springfield, Illinois, 278-297

Nawrocki SP (1998) Regression formulae for estimating age at death from cranial suture closure. En KJ Reichs (ed) Forensic osteology. Advances in identification of human remains. CC Thomas Publisher, Springfield, Illinois, 276-292

Naylor JW, Miller GW, Stokes GN & GG Scott (1985) Cemental annulation enhancement: a technique for age determination in man. American Journal of Physical Anthropology 68: 197-200

Novotny V, Iscan MY & SR Loth (1993) Morphologic and osteometric assessment of age, sex, and race from the skull. En MY Iscan y P Helmer (eds) Forensic analysis of the skull. Craniofacial analysis, reconstruction, and identification. Wiley-Liss, New York, 70-88

Nowell GW (1978) An evaluation of the Miles method of ageing using the Tepe Hissar dental sample. American Journal of Physical Anthropology 49: 251-267

Oehmichen M & G Geserick (2001 eds) Osteologische Identifikation und Altersschätzung. Research en legal medicine, Vol. 26, Schmidt-Roemhild, Lübeck

O´Halloran RL & JK Lundy (1987) Age and ossification of the hyoid bone: Forensic implications. Journal of Forensic Sciences 32: 1655-1659

Olivier G (1960) Pratique antropologique. Vigot Freres, Paris

Owings PA (1981) Epiphyseal union of the anterior iliac crest and medial clavicle in a modern multi-racial sample of males and females. Master Thesis, Department of Anthropology, California State University, Fullerton

Owings Webb PA & J Myers Suchey (1985) Epiphyseal union of the anterior iliac crest and medial clavicle in a modern multiracial sample of american whites. American Journal of Physical Anthropology 68: 457-466

Penados L & U Krenzer (2004) Antropología Forense. Primera parte. Curso de especialización en medicina legal y ciencias forenses. Modulo II, Ciencias Forenses. Universidad de San Carlos, Guatemala

Prince DA & DH Ubelaker (1999) Application of Lamendin's adult ageing technique to a diverse skeletal population. Journal of Forensic Science 44: 239-240

Reichs KJ (ed 1998) Forensic osteology. Advances in identification of human remains. CC Thomas Publisher, Springfield, Illinois

Reisinger W, Schmeling A, Loreck D, Olze A & G Geserick (2001) Experience with radiographic age estimation at Charité Medical School in Berlin. En Oehmichen M & G Geserick (eds) Osteologische Identifikation und Altersschätzung. Research en legal medicine, Vol. 26, Schmidt-Roemhild, Lübeck, 307-317

Ritz S, Turzynski A, Schutz HW, Hollmann A & G Rochholz (1996) Identification of osteocalcin as a permanent aging constituent of the bone matrix: basis for an accurate age at death determination. Forensic Science International 77 (1-2): 13-26

Ritz-Timme S (2001) Age estimation based on aspartic acid racemization: Fundamentals, Methodology, possibilities and limitations. En Oehmichen M & G Geserick (eds) Osteologische Identifikation und Altersschätzung. Research en legal medicine, Vol. 26, Schmidt-Roemhild, Lübeck, 277-292

Robling AG & SD Stout (2000) Histomorphometry of human cortical bone: applications to age estimation. En MA Katzenberg & SR Saunders (eds) Biological anthropology of the human skeleton. Wiley-Liss, New York, Chichester, 187-212

Rodríguez Cuenca JV (1994) Introducción a la antropología forense. Análisis e identificación de restos óseos humanos. http://www.colciencias.gov.co/seiaal/documentos/jvrc03.htm

Rodríguez Cuenca JV (2003) Dientes y diversidad humana. Avances de la antropología dental. Editora Guadelupe Ltda, Bogotá

Rodríguez Cuenca JV (2004) La antropología forense en la identificación humana. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá

Rösing FW (2001) Forensic age diagnosis: Statistics, work rules and presentation. En Oehmichen M & G Geserick (eds) Osteologische Identifikation und Altersschätzung. Research en legal medicine, Vol. 26, Schmidt-Roemhild, Lübeck, 26-275

Rösing FW, & S Kvaal (1998) Dental age in adults – a review of estimation methods. En Alt KW, Teschler-Nicola, M & FW Rösing (eds) Dental anthropology. Springer Verlag, Berlin 443-468

Saternus KS, Salamat B & G Kernbach-Wighton (2001) Height and width of the pubic symphysis as parameters of aging processes. En Oehmichen M & G Geserick (eds) Osteologische Identifikation und Altersschätzung. Research en legal medicine, Vol. 26, Schmidt-Roemhild, Lübeck 123-137

Saunders S, DeVito C, Herring A, Southern R & R Hoppa (1993) Accuracy tests of tooth age estimations for human skeletal remains. Amer. Journal Phys. Anthropology 92(2):173-188.

Saunders S, Fitzgerald C, Rogers T, Dudar C & H McKillop (1992) A test of several methods of skeletal age estimation using a documented archaeological sample. Canadian Society of Forensic Science Journal 25: 97-117

Saunders S & MA Katzenberg (1992 eds) Skeletal biology of past peoples: Research methods. Wiley-Liss, New York

Scheuer L & S Black (2000) Developmental juvenile osteology. Academic Press, San Diego, New York, Tokyo

Schmeling A, Vendura K, Olze A, Reisinger W & G Geserick (2001) Age estimation and ethnicity. En Oehmichen M & G Geserick (eds) Osteologische Identifikation und Altersschätzung. Research en legal medicine, Vol. 26, Schmidt-Roemhild, Lübeck, 317-325

Schwartz JH (1995) Skeleton keys. An introduction to human skeletal morphology, development, and analysis. Oxford University Press, New York, 185- 221

Scott EC (1979a) Dental wear scoring technique. American Journal of Physical Anthropology 51: 213-18

Scott EC (1979b) Principal axis analysis of dental attrition data. American Journal of Physical Anthropology 51: 203-212

Scott GR & CG Turner (1988) Dental anthropology. Annual Review of Anthropology 17: 99-126

Singer R (1953) Estimation of age from cranial suture closure: A report on its unreliability. Journal of Forensic Medicine 1: 52-59

Sinha A & V Gupta (1995) A study on estimation of age from pubic symphysis. Forensic Science International 75 (1): 73-78

Sorg MH, Andrews RP & MY Iscan (1989) Radiographic aging of the adult. En Iscan MY (ed) Age Markers in the Human Skeleton. Springfield, Illinois: CC. Thomas, Pub, 169-194

Steele DG & CA Bramblett (2000) The anatomy and biology of the human skeleton. Texas A&M University Press

Stout SD (1989a) The use of cortical bone histology to estimate age at death. En Iscan MY (ed) Age Markers in the Human Skeleton. Springfield, Illinois: CC. Thomas, Pub, 195-209

Stout SD (1989b) Histomorophometric analysis of human skeletal remains. En Iscan MY & KAR Kennedy (eds) Reconstruction of life from the skeleton. Alan R. Liss, New York, 41-51

Stout SD (1992) Methods of determining age at death using bone microstructure. En Saunders S & MA Katzenberg (eds) Skeletal biology of past peoples: Research methods. Wiley-Liss, New York, 21-36

Stout SD (1998) The application of histological techniques for age at death determination. En Reichs KJ (ed) Forensic osteology. Advances in identification of human remains. CC Thomas Publisher, Springfield, Illinois, 237-252

Suchey JM & D Katz (1986) Skeletal age standards derived from an extensive multiracial sample of Americans. American Journal of Physical Anthropology 69: 269

Suchey JM & D Katz (1998) Application of pubic age determination in a forensic setting. En KJ Reichs (ed) Forensic osteology. Advances in identification of human remains. CC Thomas Publisher, Springfield, Illinois, 204-236

Suchey JM, Wisley DV & D Katz (1988) Instructions for the Suchey-Brooks system for age determination of the female os pubis. Instructional materials accompanying female pubic symphyseal models of Suchey-Brooks system. France Casting, Fort Collins

Szilvassy J (1978) Eine Methode zur Altersbestimmung mit Hilfe der sternalen Gelenkflächen der Schlüsselbeine. Mitteilungen der Anthropologischen Gesellschaft Wien 108: 166-168

Szilvassy J (1988) Altersdiagnose am Skelett. En R Knussmann (ed) Anthropologie. Handbuch der vergleichenden Biologie de Menschen Band I/1. G. Fischer, Stuttgart, New York, 421-443

Tanner JM (1962) Growth at adolescence. Blackwell, Oxford

Todd TW (1920) Age changes in the pubic bone: The white male pubis. American Journal of Physical Anthropology 3: 427-470

Todd TW & J D'Errico (1928) The clavicular epiphyses. The American Journal of Anantomy 41: 25-50

Todd TW & DW Lyon (1924) Endocranial suture closure: It's progress and age relationship. Part I: Adult males of white stock. American Journal of Physical Anthropology 7: 325-384

Todd TW & DW Lyon (1925a) Cranial suture closure: It's progress and age relationship. Part II: Ectocranial closure of adult males of white stock. American Journal of Physical Anthropology 8: 23-44

Todd TW & DW Lyon (1925b) Cranial suture closure: It's progress and age relationship. Part III: Endocranila closure in adult males of Negro stock. American Journal of Physical Anthropology 8: 47-71

Todd TW & DW Lyon (1925c) Cranial suture closure: It's progress and age relationship. Part IV: Ectocranial closure in adult males of Negro stock. American Journal of Physical Anthropology 8: 149-168

Tomenchuk J & JT Mayhall (1979) A correlation of tooth wear and age among modern Iglooik Eskimos. American Journal of Physical Anthropology 51: 67-78

Tramini P, Bonnet B, Sabatier R & L Maury (2001) A method of age estimation using Raman microspectrometry imaging of the human dentin. Forensic Science International 118 (1):1-9

Ubelaker DH (1999) Human skeletal remains. Excavation, analisis, interpretation. 3rd edition, Manuals on Archeology 2, Taraxacum, Washington

Vlcek E (1980) Estimation of age from skeleton material based on the degree of thyreoid cartilage ossification. Sound Lek 25: 6-11

Waite ER, Collins MJ, Ritz-Timme S, Schutz HW, Cattaneo C & HIM Borrman (1999) A review of the methodological aspects of aspartic acid racemization analysis for use in forensic science. Forensic Science International 103 (2): 113-124

Walker RA & CO Lovejoy (1985) Radiographic changes in the clavicle and proximal fémur and their use in the determination of skeletal age at death. American Journal of Physical Anthropology 68: 67-78

Webb PAO & JM Suchey (1985) Epiphyseal union of the anterior iliac crest and medial clavicle in modern multiracial sample of American males and females. American Journal of Physical Anthropology 68: 457-466

White TD (2000) Human osteology. 2nd ed. Academic Press, San Diego, New York, Tokyo

Whittaker D (2000) Ageing from dentition. En M Cox & S Mays (eds) Human Osteology in archeological and forensic science. Greenwich Medical Media Ltd. London, 83-100

Zoubov AA (1968) Otontología. Métodica de las investigaciones antropológicas. Nauka, Muscú

COMPENDIO DE MÉTODOS ANTROPOLÓGICO FORENSES

Tomo I	Osteometría
Tomo II	Métodos para la determinación del sexo
Tomo III	Estimación de la edad osteológica en adultos
Tomo IV	Estimación de la edad osteológica en subadultos
Tomo V	Características individualizantes
Tomo VI	Antropología dental
Tomo VII	Cambios posmortem
Tomo VIII	Traumas y paleopatología

ISBN 99922-859-3-1
9 789992 285930

ded
Deutscher
Entwicklungsdienst

Visite nuestro sitio en internet
http://www.cafcaguatemala.org

eed
Servicio de las Iglesias Evangélicas en Alemania para Desarrollo

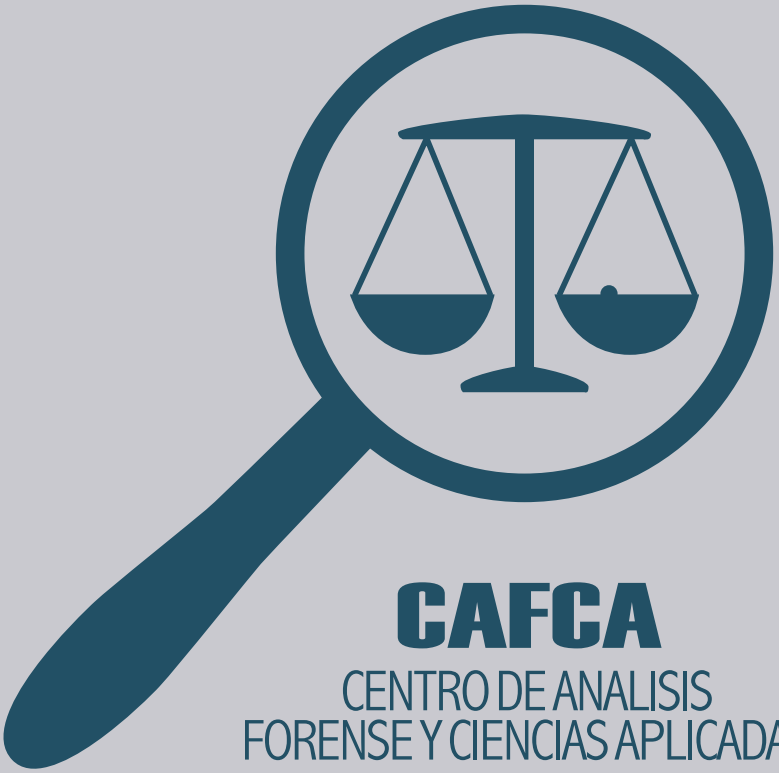
COMPENDIO DE MÉTODOS ANTROPOLÓGICO FORENSES

PARA LA RECONSTRUCCIÓN DEL PERFIL OSTEO-BIOLÓGICO

Udo Krenzer

Tomo IV

ESTIMACIÓN DE LA EDAD OSTEOLÓGICA EN SUBADULTOS



CAFCA
CENTRO DE ANALISIS FORENSE Y CIENCIAS APLICADAS

4
Serie de Antropología Forense

Compendio de métodos antropológico forenses para la reconstrucción del perfil osteo-biológico

Udo Krenzer

Tomo IV
Determinación de la edad osteológica en subadultos

Guatemala
2006

Elaborado por: Udo Krenzer
Centro de Análisis Forense y Ciencias Aplicadas
CAFCA
2 calle 6-77, zona 1
Ciudad, Guatemala
Teléfono: (502) 2253-2080
http://www.cafcaguatemala.org

Financiado por: DED Y EED

Diseño de portada: Rafael Molina

Diagramación de interiores: CIBER NEGOCIOS
Teléfonos: (502) 2450-4889 (502) 2256-1276
E-mail: ventas@cibernegociosguatemala.com

Primera edición
Serie de Antropología Forense
Tomo 4

ISBN: 99922-859-4-X

Compendio de métodos antropológico forenses para la reconstrucción del perfil osteo-biológico

Tomo IV

Determinación de la edad osteológica en subadultos

Contenido

1.	Estimación de la edad osteológica en subadultos	1
1.1.	Introducción	1
1.2.	Huesos del cráneo	2
1.3.	Formación y erupción dental	21
1.4.	Huesos del poscráneo	35
1.5.	Maduración ósea	79
1.6.	Edad morfométrica	84
1.7.	Reconstrucción de la estatura subadulta	85
	Bibliografía	87
	Anexos	94

1. Determinación de edad en restos subadultos

1.1. Introducción

Los estudios de mortalidad, crecimiento y desarrollo han sido fundamentales en las investigaciones bioantropológicas, no solamente por su aplicación auxológica, sino también por la posibilidad de usar los resultados en estudios arqueológicos y judiciales, que se han llevado a cabo desde los años 60 del siglo pasado (Saunders 2000, Rodríguez Cuenca 2004). La cantidad de individuos subadultos en relación con restos de adultos en cementerios organizados en épocas históricas debería ser más o menos igual. Aún se observa la ausencia de estudios antropológicos sistemáticos sobre niños, debido al mal estado de conservación de los restos, los diferentes tipos y lugares de sepultura y la recuperación inadecuada. La situación que enfrenta el antropólogo forense en Guatemala es diferente. Una gran cantidad de las víctimas del conflicto armado interno eran niños y adolescentes, y su mayoría ni siquiera fue documentada en los informes de CEH y REMHI.

Lo que determina el antropólogo con base en restos óseos es la edad biológica o edad esqueletal, la cual está influida por factores étnicos y diferentes velocidades de crecimiento y madurez, y que no es necesariamente igual a la edad cronológica. Por eso se calcula siempre un rango de variabilidad. Generalmente se puede estimar la edad en subadultos más precisamente que en adultos, a causa de la determinación genética con poca influencia ambiental y la documentación de madurez ósea o mineralización y desarrollo dental. La misma mineralización de los dientes brinda resultados favorables en niños hasta 14 años, como en el caso de la erupción dental. En esta etapa se utiliza los criterios craneales o poscraneales (metamorfosis, mediciones) solamente como elementos adicionales. A partir de la juventud el esquema dental pierde en precisión y se analiza la fusión de epífisis o apófisis del esqueleto poscraneal. Las líneas de fusión siguen visibles hasta dos años después de la fusión. Generalmente, esta fusión inicia más temprano en individuos femeninos que en masculinos. Con la fusión completa, el cierre de la sutura esfenobasilar o la erupción del tercer molar se considera que el individuo ha entrado a la etapa adulta.

Según Krogman & Iscan (1986) se pueden distinguir las siguientes etapas del desarrollo:

1) La mayoría de los centros de osificación aparecen en el período entre el nacimiento y los cinco años más o menos tres meses. Los dientes deciduales erupcionan; los permanentes se calcifican. Este es un período ontogenético estable pero crítico.

2) Se aprecia incremento en el tamaño, cambios en la configuración y forma, se definen los detalles arquitectónicos en los centros de osificación ya existentes. Este período finaliza con la unión de los elementos integrantes del acetábulo y cubre el lapso entre los cinco hasta los 12-13 años con un rango de seis meses. Todos los dientes permanentes ya han erupcionado, exceptuando los terceros molares. Este período es variable aunque menos crítico.

3) Período de unión epifisial en los huesos largos y de cambios iniciales en la sínfisis púbica y en las costillas. Este período se caracteriza por ser estable pero crítico. Se inicia a los 12-13 años y termina a los 20 años de edad con rangos de seis meses.

En el compendio de Scheuer & Black (2000), las autores han establecido tres criterios óseos para la determinación de la edad biológica en restos inmaduros, que son:

1) Aparición de centros de osificación
2) Determinación del tamaño (morfometría)
3) Fusión de los centros óseos

1.2. Huesos del cráneo

En los siguientes apartados se dan breves explicaciones sobre el desarrollo óseo de los huesos craneales, que incluye una lista cronológica de los cambios óseos, siguiendo las descripciones de Bass (1995), Scheuer & Black (2000), White (2000). Para el desarrollo morfométrico en las etapas prenatales, consulte el anexo.

Frontal
El frontal osifica desde dos centros primarios que aparecen en el segundo mes intrauterino. Al nacimiento, el frontal está dividido en dos partes por la sutura metópica, que normalmente oblitera durante el segundo año, de modo que solamente persiste una sutura de 2 cm encima del nasal.

Desarrollo

fetal	
semanas 6-7	aparición del centro primario de la osificación
semanas 10-13	osificación de los procesos cigomático y ángulo medial
mes 5	longitud antero-posterior más largo que medio-lateral
nacimiento	representado en parte derecha e izquierda
1-2 años	cierre de la fontanela anterior
2-4 años	cierre de la sutura metópica

Tabla 1 conlleva la información morfométrica sobre el desarrollo del frontal, fundamentado en mediciones con base en radiografías según la publicación de Young (1978), y figura 1 muestra un frontal y parietal en el estado perinatal.

Tabla 1 Dimensiones del frontal en mm (según Scheuer & Black 2000)

	cuerda		arco	
edad	**promedio**	**rango**	**promedio**	**rango**
1 mes	73.0	67-80	81.2	72-90
3 meses	81.9	74-92	93.3	80-106
6 meses	89.3	82-96	103.6	91-115
9 meses	93.4	86-99	107.5	98-113
1 año	99.6	90-109	114.8	100-125
2 años	109.2	97-115	127.6	110-127
3 años	110.0	101-117	128.4	113-140
4 años	111.5	99-118	130.1	114-142
6 años	113.2	103-123	130.9	114-147
8 años	114.2	104-120	131.2	118-142
10 años	116.3	104-125	133.5	118-149
12 años	117.9	105-128	134.6	119-149
14 años	118.9	105-129	134.9	118-149
16 años	120.0	107-126	135.4	121-145
adulto	122.1	107-121	140.5	125-158

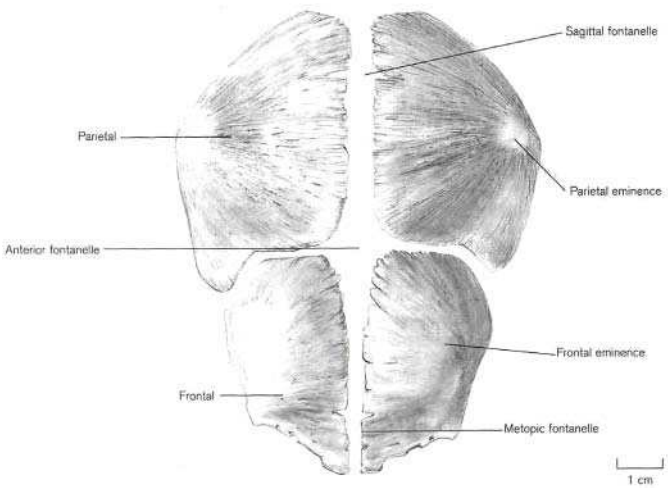


Fig. 1 Frontal y parietal perinatal (por Scheuer & Black 2000)

Parietal

Los dos parietales osifican a partir de dos centros primarios, que aparecen en la porción de la eminencia parietal alrededor de ocho semanas fetales. Los ángulos son los últimos para osificar y las fontanelas en neonatos están sin osificar en dichas porciones.

Desarrollo

fetal	
semanas 7-8	formación de dos centros de osificación que fusionan rápido
mes 6	definición de los bordes y ángulos; puede existir la fontanela sagital
nacimiento	hueso único con eminencia; fontanela sagital usualmente obliterada
juventud	apariencia gradual como el hueso adulto con disminución de la eminencia

Tabla 2 contiene la información morfométrica sobre el desarrollo del parietal, fundamentado en mediciones radiográficas según la publicación de Young (1978), y figura 2 muestra un parietal en el estado perinatal.

Tabla 2 Dimensiones del parietal en mm (según Scheuer & Black 2000)

	cuerda		arco	
edad	**promedio**	**rango**	**promedio**	**rango**
1 mes	94.3	84-109	107.1	95-135
3 meses	104.3	94-119	120.2	104-149
6 meses	111.1	104-130	127.2	117-159
9 meses	114.7	107-135	131.2	122-165
1 año	119.6	112-139	135.8	124-170
2 años	127.8	118-146	143.0	129-179
3 años	128.1	117-147	143.8	127-179
4 años	129.8	122-150	146.1	134-182
6 años	130.5	119-146	146.0	129-177
8 años	130.4	119-147	146.5	129-179
10 años	131.9	119-149	147.9	130-179
12 años	132.2	120-148	147.9	130-177
14 años	132.4	119-149	148.3	129-178
16 años	130.6	120-149	146.6	129-179
adulto	130,1	123-150	145.6	121-177

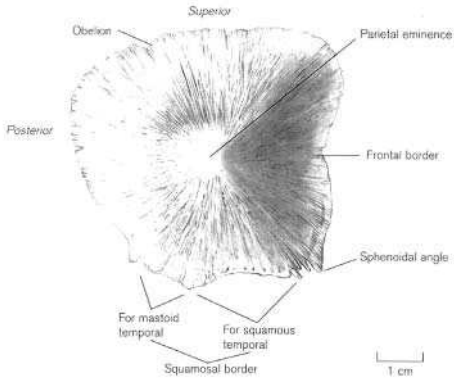


Fig. 2 Parietal derecho perinatal (por Scheuer & Black 2000)

Temporal

El temporal tiene la osificación más compleja de todos los huesos humanos. La porción escamosa desarrolla con base en tres centros primarios, que aparecen en el tercer mes intrauterino: uno para el proceso cigomático y dos para el plato escamoso vertical. La osificación del anillo timpánico inicia durante el cuarto mes intrauterino y fusiona con la porción petrosa y escamosa hacia ocho o nueve meses. La porción petrosa inicia a osificar con cinco meses intrauterinos, y la región mastoidea y el proceso estiloide osifican postnatal.

Figuras 3 hasta 5 representan el desarrollo del temporal.

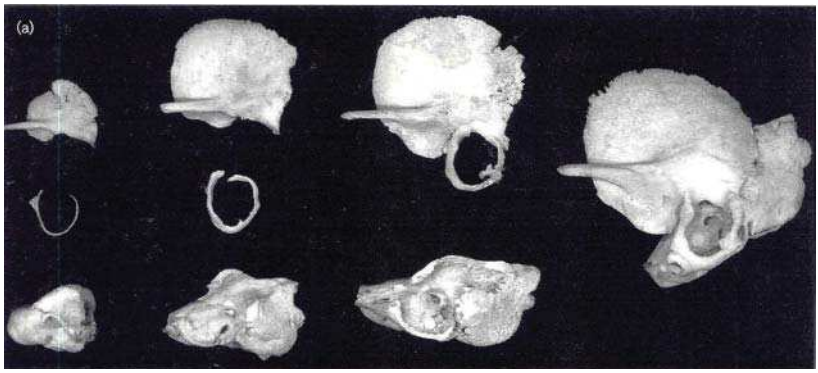
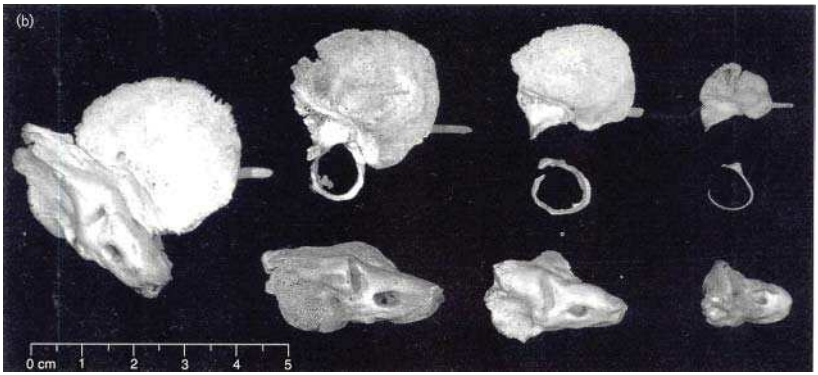


Fig. 3 Desarrollo de las tres porciones del temporal de individuos de 5 meses fetales, 8 meses fetales, perinatal y con 6 meses de edad; a) vista lateral (por Scheuer & Black 2000)



Cont. Fig. 3 Desarrollo de las tres porciones del temporal de individuos de 5 meses fetales, 8 meses fetales, perinatal y con 6 meses de edad; b) vista medial (por Scheuer & Black 2000)

Desarrollo

fetal

semanas 3-25	desarrollo del laberinto membranoso
semanas 6-16	desarrollo del cartílago de los osículos
semanas 7-18	aparición de los centros de la porción escamosa y gonion
semana 9	aparición del centro de la porción timpánica
semanas 9-15	desarrollo de la cápsula cartilaginosa ótica
semana 12	fusión de los centros del anillo timpánico
semana 16	aparición de la cápsula ótica; aparecen centros del yunque
semanas 16-17	aparición de centro del maléolo
semana 18	aparición de los centros del estribo
semana 19	fusión gonial con maléolo
semana 30	cavidad timpánica completa con excepción de la pared lateral
semana 35	epitímpano completo; inicio de la neumatización del petromastoide; segmento posterior del anillo fusiona con parte escamosa
nacimiento	normalmente se presenta en dos partes: el petromastoide y la escamosa-timpánica
durante primer año	fusión de las partes petromastoide con escamosa-timpánica; inicio del crecimiento de los tubérculos timpánicos anterior y posterior
1-5 años	crecimiento del plato timpánico; formación del foramen Huschke; formación del proceso mastoide

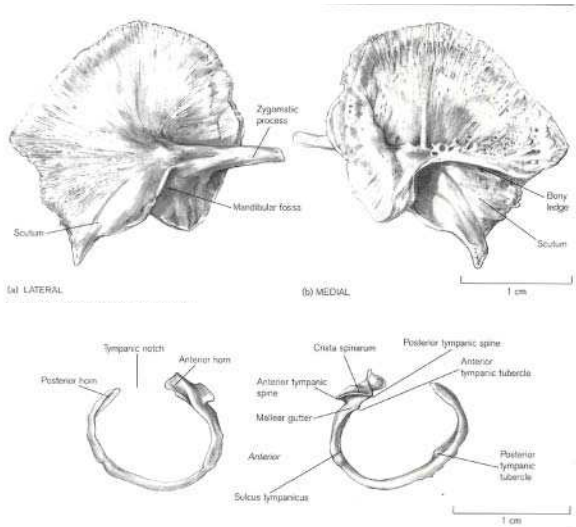


Fig. 4 Porción escamosa y anillo timpánico derecho perinatal (por Scheuer & Black 2000)

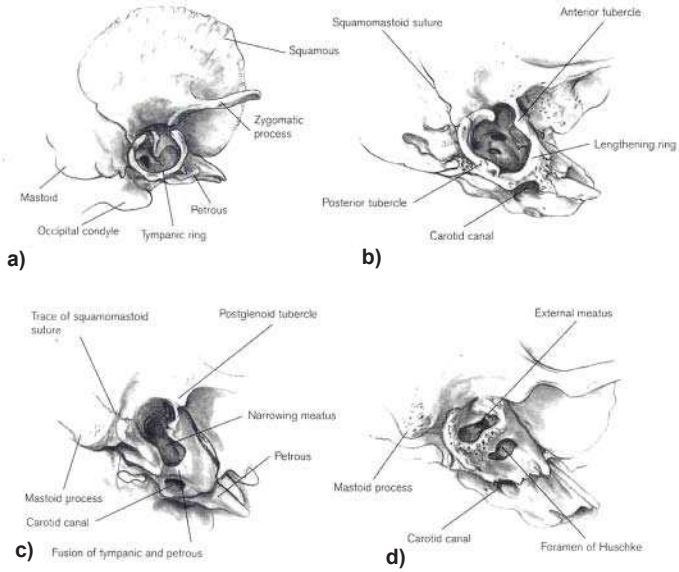


Fig. 5 Formación del foramen Huschke de individuos de a) perinatal; b) 6 meses; c) 1 año; d) 2,5 años (por Scheuer & Black 2000)

Occipital

Tal como el temporal, el occipital osifica de manera compleja (ver figura 6 hasta 9). La escama osifica a partir de múltiples centros hacia el tercer mes intrauterino, las porciones basio-occipitales y condilares osifican a partir de centros únicos, al mismo tiempo. Al momento del nacimiento las cuatro partes todavía quedan separadas (figura 7). Hasta el cuarto año fusionan los dos elementos condilares con las porciones escamosas. Los cuatro elementos fusionan a un solo segmento hacia los seis años de edad y el esfenoidal fusiona con el basioccipital hacia la adolescencia. A los 21 años de edad la osificación está completa. Como fuente morfométrica se utiliza según los estudios de Scheuer & Maclaughlin (1994, ver tabla 3) la porción basilar.

Desarrollo

fetal	
semanas 8-10	aparecen los centros del supra-occipital, interparietal y porción basilar, en este orden
mes 5	fusión de las porciones supra-occipital e interparietal de la escama
mes 7	desarrollo del ángulo lateral de la porción basilar
mes 8	porción lateral es más largo que porción basilar
nacimiento porción	representación de porción basilar, dos partes laterales y escamosa
6 meses	anchura de la porción basilar más grande que longitud durante primer año cierre de la sutura mediana sagital y restos de la sutura mendosa
1-3 años	fusión de las partes laterales con la escama
2-4 años	canal hipogloso completo excluyendo porción basilar
5-7 años	fusión de la porción basilar con partes laterales
11-16 años (fem)	fusión del sincondrosis esfeno-occipital
13-18 años (masc)	fusión del sincondrosis esfeno-occipital
22-34 años	cierre del plato yugular

Tabla 3 Dimensiones de la porción basilar en mm (según Scheuer & Black 2000, por Scheuer & MacLaughlin-Black 1994)

edad	n	promedio del ancho máximo	promedio en plano sagital	longitud máxima
2 semanas	3	14,5	11,3	15,6
3 semanas	1	16,9	12,7	17,0
4 semanas	1	15,6	12,6	16,8
7 semanas	1	15,5	11,6	15,9
3 meses	1	15,4	13,8	16,7
5 meses	1	18,4	13,4	18,1
8 meses	2	21,0	13,8	20,5
9 meses	3	20,5	13,9	19,6
11 meses	1	22,3	14,0	19,7
1 año	1	18,3	13,9	17,9
1 año 1 mes	2	22,1	14,8	19,8
1 año 2 meses	3	22,7	15,8	21,3
1 año 3 meses	1	23,6	16,8	22,7
1 año 4 meses	1	18,6	14,0	18,6
1 año 6 meses	3	21,9	15,5	20,8
1 año 8 meses	1	22,8	15,7	21,7
1 año 9 meses	1	22,7	16,8	21,3
2 años 3 meses	2	24,4	18,1	23,5
2 años 5 meses	2	25,8	17,5	24,2
2 años 6 meses	1	24,6	17,5	22,4
2 años 7 meses	4	25,9	17,4	24,2
2 años 9 meses	2	24,2	16,4	23,3
3 años 2 meses	1	23,2	16,6	22,7
3 años 4 meses	1	27,6	16,6	24,6
3 años 5 meses	1	26,1	18,1	24,1
3 años 7 meses	1	27,8	17,5	24,8
3 años 8 meses	1	27,3	15,5	24,0
4 años 3 meses	2	25,9	16,4	24,2
4 años 7 meses	1	26,2	15,3	23,9

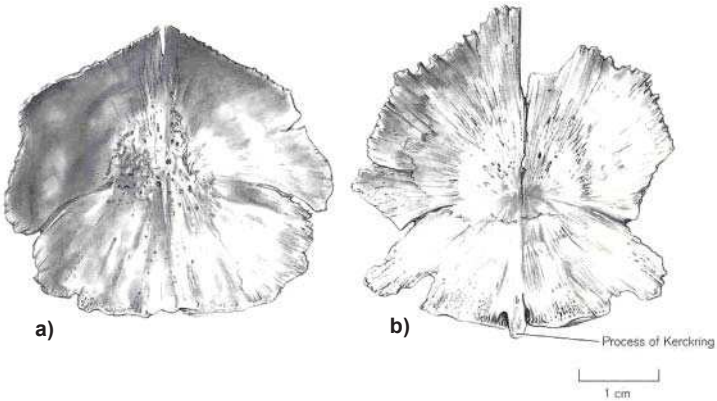


Fig. 6 Porción escamosa perinatal en especímenes de a) autopsia y b) arqueológico (por Scheuer & Black 2000)

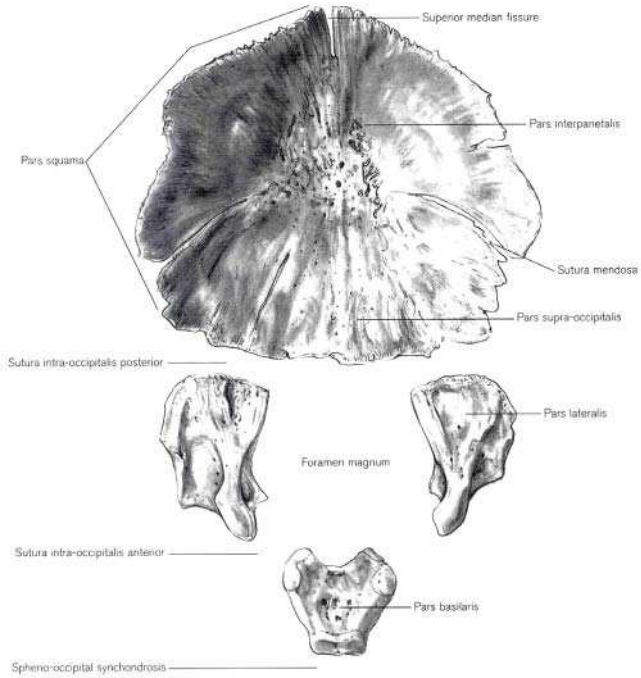


Fig. 7 Porciones del occipital perinatal (por Scheuer & Black 2000)

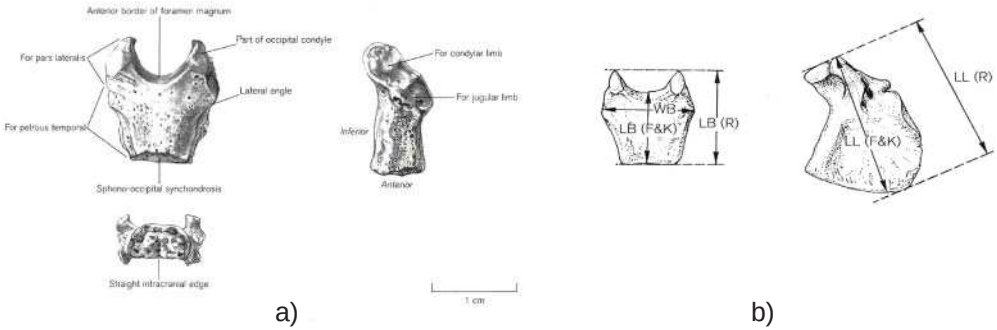


Fig. 8 A) Porción basilar perinatal, y b) puntos morfométricos de la porción basilar y porción lateral del occipital (por Scheuer & Black 2000)

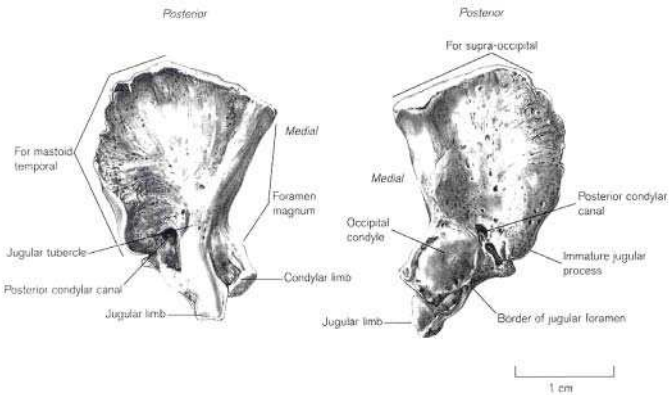


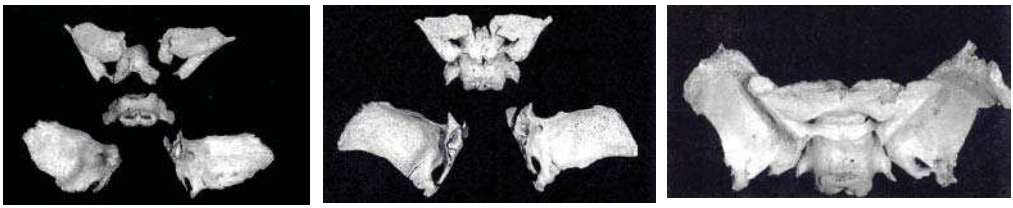
Fig. 9 Porción lateral perinatal (por Scheuer & Black 2000)

Esfenoides

Con tres meses intrauterinos los esfenoides inician a osificar con base en seis centros primarios. Dos de ellos para cada porción: ala menor, cuerpo y ala mayor. Los centros del cuerpo y ala menor a veces fusionan entre seis y siete meses, y los centros del ala mayor fusionan con ellos hacia ocho o nueve meses (figura 10). La sutura esfeno-basilar no oblitera antes de los 18 años y sirve como criterio para el estado de la edad en restos adultos (comparar tomo III).

Desarrollo

fetal	
9-10 semanas	inicio de la osificación del plato medio-pterigoide con parte lateral del ala mayor en membrana
12-14 semanas	aparición de los centros endocondrales para la parte post-esfenoides del cuerpo
12 semanas	inicio de la osificación del plato pteriogoide lateral en membrana; aparición del centro endocondral para el hamulo
13 semanas	aparición del centro endocondral para la parte medial de los alas mayores
4-6 meses	aparición de los centros de la concha esfenoidal
5 meses	aparición del centro para la língula; fusión del ala menor al cuerpo
8 meses	platos pterigoides fusionan con los alas mayores; fusión de las partes pre- y postesfenoides del cuerpo
nacimiento	normalmente se representa con cuerpo y alas menores separados de los alas mayores, con platos pterigoides pegados
durante primer año	alas mayores fusionan al cuerpo; foramen oval completo; inicio de la neumatización del seno
2 años	foramen espinoso completo
5 años	silla dorsal osificada
4 años - pubertad	concha esfenoidal fusiona con etmoides



a) b) c)

Fig. 10 Desarrollo del esfenoides; a) individuo en estado fetal; b) estado perinatal; c) 6 meses (por Scheuer & Black 2000)

Etmoides

El etmoides inicia su desarrollo hasta la 16 semanas fetales, cuando aparecen los laberintos. Por actividades de osteoclastos el etmoides crece con células de aire en el mismo laberinto.

Desarrollo

fetal	
mes 5	aparición de los centros en el cartílago de la región concha del laberinto
nacimiento	representado por dos laberintos, unidos por cartílago
1-2 años	osificación del plato cribosa con crista galli y fusión con el laberinto
3-10 años	plato perpendicular osificado llega hasta el vomer y cola esfenoidalnormalmente visible posteriormente
10 años – pubertad	expansión progresiva de la osificación hasta el septo nasal
20-30 años	fusión del etmoidal con el vomer

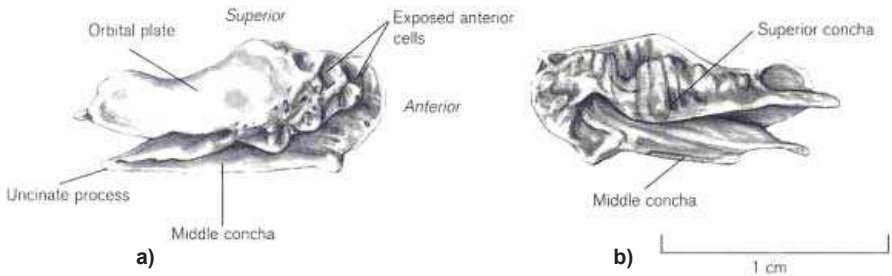


Fig. 11 Etmoides derecho perinatal en a) vista lateral y b) vista medial (por Scheuer & Black 2000)

Nasal

Cada uno de los nasales osifica de un centro primario, que aparece hacia los tres meses intrauterinos. Tabla 4 y 5 representan el desarrollo morfométrico documentado por Lang (1989).

Desarrollo

fetal	
semanas 9-10	aparición de centros intramembranosos para cada hueso
meses 9-10	desarrollo del borde medial articular
nacimiento	aparición similar al hueso adulto con la excepción de diferente tasa longitud – anchura; bordes lisos y foramen vasulo en parte de abajo
3 años	borde superior dentado
pubertad	adopta la morfología adulta

Tabla 4 Dimensiones del nasal en mm (según Scheuer & Black 2000)

	altura		anchura	
edad	**promedio**	**rango**	**promedio**	**rango**
neonato	8.3	7.9-9	8.4	6-10
1 año	12.8	11-14	11.2	9-15
5 años	16.2	13-19	11.4	9-18
13 años	22.8	22-24	12.0	11-15
adulto	24.9	18-31	13.0	7-18

Altura: punto más alto de la sutura internasal
Anchura: distancia entre los dos nasales en el punto de intersección del proceso frontal del maxilar y el borde lateral

Tabla 5 Dimensiones de la apertura piriforme en mm (según Scheuer & Black 2000)

	altura		ancho superior		ancho inferior	
edad	**promedio**	**rango**	**promedio**	**rango**	**promedio**	**rango**
neonato	9.8	7-11	12.4	11-13.5	11.3	10-13
1 año	11.9	11-13	16.5	16-18	17.4	15-19
5 años	13.3	11-18	18.2	14-20	22.6	20-33
13 años	14.0	13-15	19.7	19-21	26.0	25-27
adulto	16.3	10-22	23.6	20-28	29.1	21-37

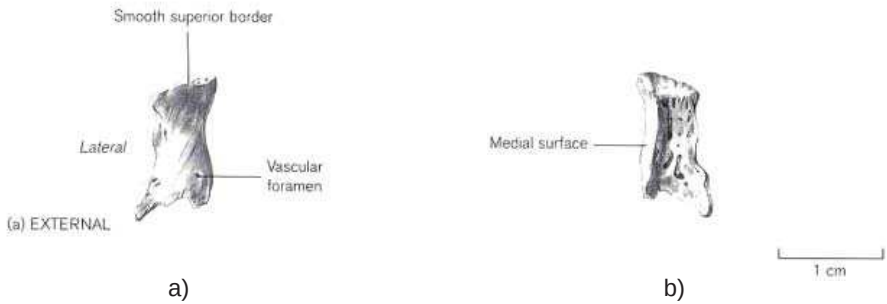


Fig. 12 Nasal perinatal; a) external y b) interno (por Scheuer & Black 2000)

Maxilar

El borde alveolar osifica a partir del tercer mes de vida intrauterina. En total, el maxilar tiene seis centros primarios de osificación, los cuales osifican hacia los seis meses intrauterinos. Al nacimiento se nota solamente un centro primario pero el premaxilar todavía queda como hueso aislado, que fusiona en los primeros meses después del nacimiento.

Desarrollo

fetal	
semana 6	aparición de centro intramembranoso de osificación
semana 8	aparición del cuerpo y cuatro procesos
semanas 10-12	desarrollo del seno maxilar
semana 11	formación de las criptas de la dentadura decidual
semanas 14-16	inicio del desarrollo de los gérmenes dentales
semanas 17-18	criptas para los dientes deciduales completas
nacimiento	presencia de las partes principales del hueso; seno rudimentario; coronas de los dientes deciduales en criptas; inicio de la calcificación del primer molar permanente
primeros años	aumento gradual de tamaño del hueso; crecimiento del seno; erupción y sustitución de los dientes deciduales
12-14 años	dentadura permanente eruptada con excepción del M3

Tabla 6 refleja el desarrollo morfométrico del seno maxilar según Lang (1989), y figura 13 representa el maxilar en el estado perinatal.

Tabla 6 Dimensiones en mm del seno maxilar (según Scheuer & Black 2000, por Lang 1989)

	anchura		altura	
edad	**promedio**	**rango**	**promedio**	**rango**
<1 año	12.0	7.0-17.0	12.5	8.0-17.0
1 – 1,5 años	13.0	7.0-19.0	13.5	10.0-19.0
1,5 – 2 años	16.0	9.0-20.0	16.0	10.0-22.0
3 años	18.0	14.0-29.0	18.0	12.0-24.0
4 años	19.5	14.0-27.0	19.5	14.0-27.0
5 años	20.5	14.0-27.0	20.0	14.0-27.0
6 años	21.5	15.0-31.0	22.0	14.0-29.0
7 años	22.5	17.0-31.0	23.0	19.0-29.0
8 años	23.0	18.0-31.0	24.0	19.0-30.0
9 años	25.0	18.0-31.0	26.5	20.0-30.0
10 años	27.0	19.0-31.0	27.0	19.0-33.0
11 años	28.0	20.0-32.0	29.0	21.0-33.0
12 años	28.0	21.0-34.0	29.0	22.0-35.0
13 años	28.0	22.0-34.0	30.0	26.0-35.0
14 años	28.5	22.0-35.0	30.0	27.0-38.0

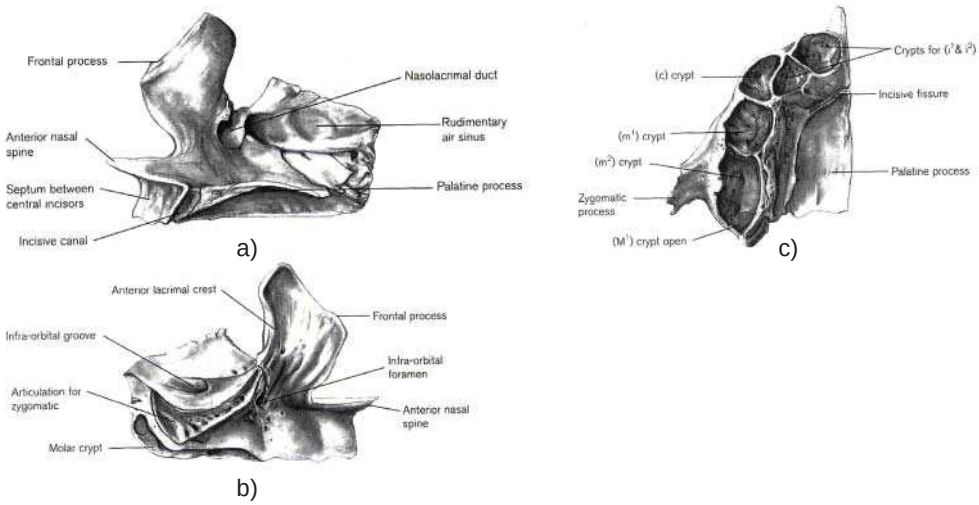


Fig. 13 Maxilar derecho perinatal en a) vista lateral; b) vista medial; c) vista basal (por Scheuer & Black 2000)

Lacrimal

Los dos lacrimales osifican de un centro primario, que aparece hacia el tercer mes de la vida intrauterina. Figura 14 representa al lacrimal en el estado perinatal.

Desarrollo

fetal	
semana 10	aparición de centro intramembranoso de osificación
nacimiento	hueso largo y estrecho con sección estrecha a la cresta posterior
2-3 años	adopta la morfología adulta

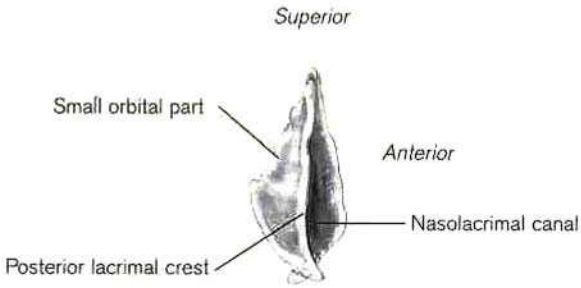


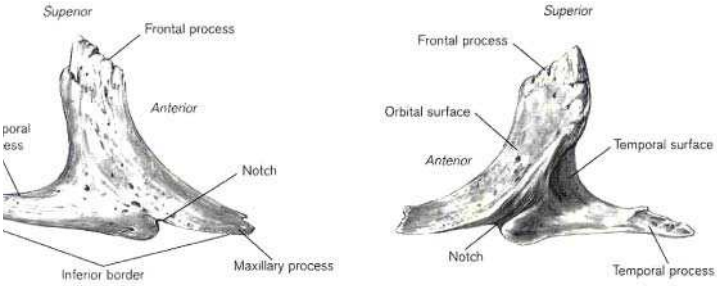
Fig. 14 Lacrimal derecho perinatal (por Scheuer & Black 2000)

Cigomático

La osificación del cigomático inicia hacia el segundo mes fetal, a partir de uno, dos o tres centros primarios. Hacia el tercer mes, los centros fusionan a un solo segmento, que está representado en su estado perinatal en la figura 15.

Desarrollo

fetal	
semana 8	aparición de centro intramembranoso de osificación
mes 6	adopta la morfología adulta
nacimiento	hueso triradiado con escotadura en borde inferior
2-3 años	adopta las proporciones adultas, con procesos del frontal y temporal dentados; presencia del tubérculo marginal y eminencia orbital



a) b)

Fig. 15 Cigomático derecho perinatal en a) vista lateral y b) vista posteromedial (por Scheuer & Black 2000)

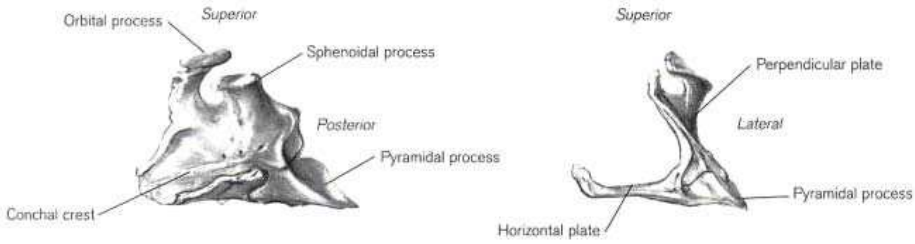
Palatino

El palatino osifica a partir de un solo centro primario, que aparece hacia los dos meses fetales. El estado perinatal está documentado en la figura 16.

Desarrollo

fetal	
7-8 semanas	aparición del centro para el plato perpendicular
10 semanas	desarrollo del proceso orbital y esfenoidal
18 semanas	fusión del proceso palatal
20 semanas	adopta la morfología, pero todavía no las proporciones adultas

nacimiento	morfología adulta con la excepción, que los platos horizontal y perpendicular están de anchura y altura igual; proceso orbital aún no contiene células de aire
3 años	aumento de la altura del plato perpendicular
pubertad	morfología y proporción adulta



a) b)

Fig. 16 Palatino derecho perinatal en a) vista medial y b) vista posterior (por Scheuer & Black 2000)

Concha nasal inferior

Cada concha nasal inferior osifica de un centro primario, que aparece hacia los cinco meses intrauterinos. Tabla 7 contiene mediciones para documentar el desarrollo de las conchas según Lang (1989), y figura 17 refleja la concha en su estado perinatal.

Desarrollo	
fetal	
semana 16	aparición de centros intramembranosos de osificación
mes 7	desarrollo del proceso maxilar
mes 8	desarrollo del proceso etmoidal y lagrimal
nacimiento	apariencia como el hueso adulto, pero más arrugado,
procesos	lagrimal, maxilar y etmoidal poco pronunciados

Tabla 7 Dimensiones de la concha nasal inferior en mm (según Scheuer & Black 2000)

edad	promedio	rango
neonato	20.50	17.5-23.0
1 año	26.37	22.5-30.5
5 años	33.31	32.0-39.0
13 años	40.01	38.0-42.0
adulto	43.43	35.0-51.0

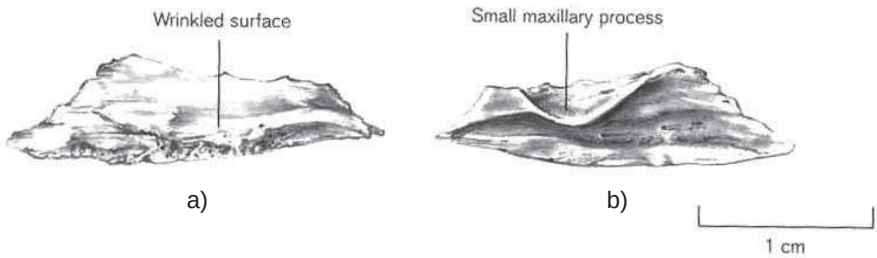


Fig. 17 Concha nasal derecha perinatal en a) vista medial y b) vista lateral (por Scheuer & Black 2000)

Vomer

El vomer inicia su osificación hacia el segundo mes fetal. Los centros de la osificación se desarrollan al lado del plato láminar. El estado perinatal está documentado en la figura 18. Los dos platos se unen en la adolescencia.

Desarrollo

fetal	
9-10 semanas	aparición de dos centros intramembranosos de osificación
11-12 semanas	fusión de borde inferior
3-5 meses	cambio de forma U hasta forma de una Y
nacimiento	hueso en forma de barca compuesto de dos láminas
3-10 años	osificación del plato perpendicular del etmoidal hasta el vomer
10 años - pubertad	fusión de los bordes de la grieta del vomer y formación del canal
20-30 años	normalmente fusionan el vomer con el plato perpendicular del etmoidal

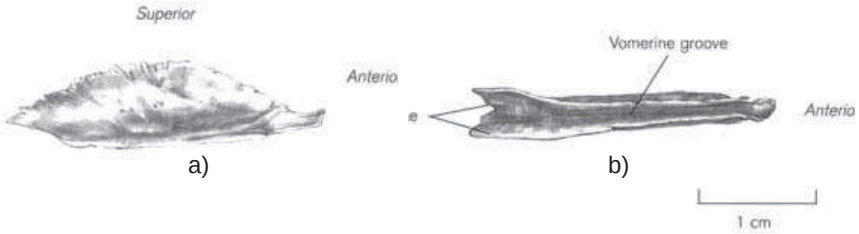


Fig. 18 Vomer perinatal en a) vista lateral y b) vista superior (por Scheuer & Black 2000)

Mandíbula

La osificación de la mandíbula inicia hacia los dos meses fetales en el área del medio-cuerpo. En la región del proceso coronoides y el cóndilo los tejidos membranosos se transforman primero en cartílago antes de osificarse. Al nacimiento, las dos partes de la mandíbula todavía están separadas (figura 19) y se unen en la sínfisis mandibular hacia el primer año.

Desarrollo

fetal	
semana 6	centro intramembranoso de osificación con cartílago de Meckel
semana 7	distinción del proceso coronoide
semana 8	proceso coronoide se une con la masa principal
semana 10	cóndilos y proceso coronoides identificables; osificación de la parte anterior de cartílago de Meckel
semanas 12-14	apariencia de cartílagos segundarios para cóndilo, coronoide y sínfisis
semanas 14-16	inicio del desarrollo de los gérmenes dentales
nacimiento	mandíbula presenta dos partes simétricas
durante primer año	fusión de las dos porciones en la sínfisis infancia aumento de tamaño y de la forma; erupción de la dentadura primaria y sustitución por la dentadura permanente
12-14 años	dentadura permanente completa con excepción de los M3

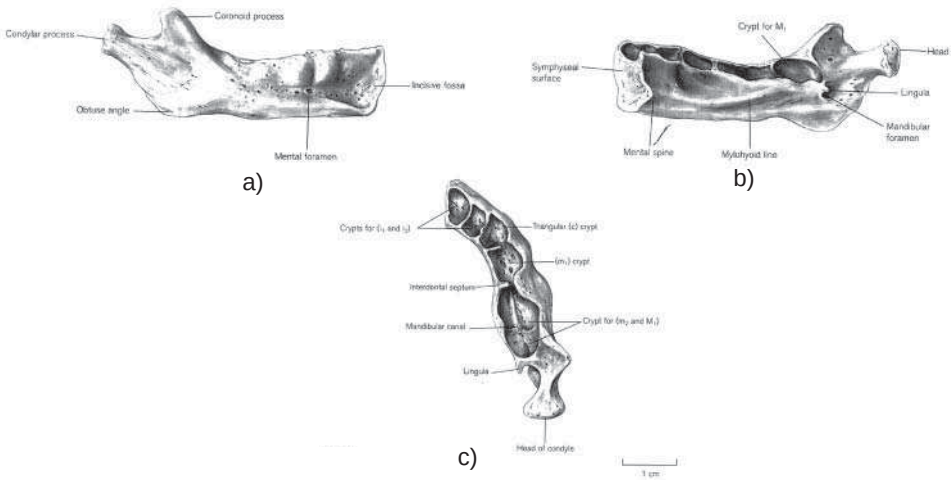


Fig. 19 Mandíbula derecha perinatal en a) vista lateral; b) vista medial y c) vista oclusal (por Scheuer & Black 2000)

Como regla general para la determinación de la edad con base en restos subadultos, se establecieron los siguientes criterios:

Durante los primeros tres meses:	cierre de la fontanela posterior y las fontanelas laterales anteriores
Hasta el noveno mes:	fusión del ala mayor con el cuerpo del esfenoides
Durante primer año:	fusión de las fontanelas laterales posteriores y fusión de la sínfisis mandibular
Durante los primeros dos años:	fusión de la fontanela anterior y la sutura frontal
Hasta fin del tercer año:	fusión de la porción lateral con porción basilar del occipital
Hasta fin del sexto año:	fusión de la escama y porciones laterales del occipital

La siguiente tabla da un resumen sobre las osificaciones craneales más significativas para la determinación de la edad.

Tabla 8 Estimación de edad en subadultos con base en osificación

hueso	elemento	fusión completa
temporal	anillo timpánico con escamosa	neonato
temporal	esfenoides con mastoideo	neonato
temporal	anillo timpánico con porción petrosa	0,5 años
temporal	anillo timpánico completo	< 5 años
temporal	foramen Huschke	< 5 años
frontal	partes derecha e izquierda	> 1año
mandíbula	sínfisis mandibular	± 1 año
occipital	sutura mendosa	± 1 año
occipital	porción lateral con escamosa occipital	1-3 años
occipital	canal hipoglosal	2-4 años
occipital	porción basilar con lateral	5-7 años
occipital	sincondrosis esfeno-occipital	11-18 años

1.3. Formación y erupción dental

El desarrollo dental posee el potencial para la estimación de la edad durante toda la niñez. La misma estimación, mediante estudios de la formación y erupción de coronas y raíces, es un procedimiento complejo por cuanto estos eventos ocurren en momentos difícilmente observables por investigadores. Su análisis poblacional exige la observación mensual, semanal e inclusive a diario de los pacientes, sea la investigación de tipo longitudinal (la observación de los mismos sujetos en un intervalo de tiempo consecutivo) o transversal (sujetos de diferentes edades analizados al mismo tiempo).

Normalmente, para la observación del estado dental se utilizan radiografías. En casos excepcionales se puede utilizar también dientes aislados para lograr una estimación general de la edad. En caso de indisponibilidad de placas radiográficas, se analiza la erupción y oclusión dental. Normalmente, los resultados son más precisos para niños menores a causa de la mineralización determinada y menor influencia ambiental (como malnutrición aguda) que pueden además provocar caries o pérdida de piezas dentales.
Como se ha mencionado anteriormente, el desarrollo dental es controlado por factores genéticos y sufre por ello poca influencia ambiental (ver Dahlberg & Menegaz-Boch 1958, Steggerad & Hill, 1942, Smith 1991, Ubelaker 1999). Los factores funcionales, endocrinos u hormonales, metabólicos, biológicos, geográficos y socio-ambientales también influyen al desarrollo dental. La aparición del primer molar coincide con la terminación de la primera infancia, la emergencia del segundo molar marca el final de la segunda infancia, el inicio de las grandes transformaciones de la pubertad y la aparición de los rasgos sexuales secundarios. La salida del tercer molar o muela del juicio marca el final del desarrollo y el inicio de la vida adulta.

Así se ha establecido la siguiente secuencia cronológica general para la determinación de la edad dental:

6 meses:	aparecen primeros dientes deciduos(incisivos centrales mandibulares)
2 años:	erupción completa de los dientes deciduos
2-6 años:	calcificación de las raíces dentales
6 años:	primer molar mandibular permanente
6,5 años:	inicio de caída de los dientes deciduos (primero los incisivos)
6,5-11 años:	sustitución por los dientes permanentes
12 años:	aparición del 2do. molar
~18 años:	aparición del 3er. molar

Formación dental
El proceso del crecimiento de los dientes se caracteriza por la deposición del esmalte y del material óseo, iniciando en los puntos de las cúspides y corriendo hasta los ápices. Aunque el proceso es continuo, es conveniente dividirlo en distintas etapas, basadas en la cantidad de la calcificación. El esquema más común es el de Moorrees y colaboradores (MFH, 1963a, b) para dentadura decidual (ver figura 20) y permanente (figura 21) con base en dientes de una raíz (incisivos, caninos, premolares) y de múltiples raíces (molares). Los datos tienen su base en una muestra de 246 niños con origen en los EEUU. Los autores propusieron varios estados de formación de la corona, raíz y ápice, tanto de los caninos mandibulares deciduos, los molares deciduales y los molares mandibulares permanentes. El método MFH fue aplicado y evaluado en varias pruebas y se encontró, que el período de completación de la corona en M1 y en incisivos, así como la formación de la raíz en M1 estaban subestimadas. Otros puntos críticos son la sobre-estimación en niños menores y la sub-estimación en

niños mayores. Dando cuenta de ello, varios investigadores modificaron los datos al respecto con base en su muestra bajo estudio, pero siempre orientandose a las etapas establecidas (por ejemplo Anderson et al 1976, Haavikko 1970). Las modificaciones hechas por Smith (1991) facilitan la aplicación como predicción de la edad y muestran buena afinidad con muestras sudamericanas (ver tabla 14).

Tablas 9-13 que se presentan a continuación han sido diseñadas para la predicción de la edad basada en estados de desarrollo y son apropiadas, cuando se quiere estimar la edad dental de un individuo infantil. Para estimar la edad de una persona se analiza independientemente cada diente y posteriormente se establece el promedio de todas las edades establecidas, la cual corresponde a la edad asignada (ver Smith 1991). Se toma en cuenta, que existen diferencias y variaciones en el campo sexual y dentro y entre poblaciones; la niñas por ejemplo son más precoces que los niños; niños negroides crecen más rápido, mientras que los mongoloides son los más lentos. Especialmente en la población rural en Guatemala se han observado retrasos del desarrollo óseo-dental.

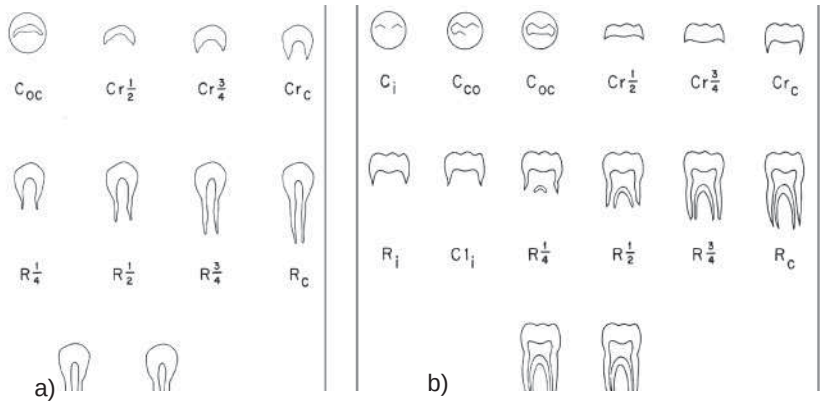


Fig. 20 Formación de corona, raíz y ápice de dentadura decidual según el esquema MFH para a) caninos y b) molares (por Ubelaker 1999)

Tabla 9 Estados del desarrollo de la dentadura decidual en relación a la edad según el sistema MFH (según Steele & Bramblett 2000)

	masculino			**femenino**		
	dc	**dp1**	**dp2**	**dc**	**dp1**	**dp2**
corona 1/2	0,2 ± 0,1	0,2 ± 0,1	0,2 ± 0,1	0,2 ± 0,1	0,2 ± 0,1	0,2 ± 0,1
corona completa	0,7 ± 0,1	0,5 ± 0,1	0,7 ± 0,1	0,7 ± 0,1	0,4 ± 0,1	0,7 ± 0,1
raíz ½	1,2 ± 0,2	1,0 ± 0,1	1,6 ± 0,2	1,4 ± 0,2	0,9 ± 0,2	1,6 ± 0,2
raíz completa	2,0 ± 0,2	1,4 ± 0,2	2,1 ± 0,4	2,1 ± 0,2	1,4 ± 0,2	2,0 ± 0,2
ápice completo	3,1 ± 0,4	2,0 ± 0,2	3,1 ± 0,4	3,0 ± 0,4	1,7 ± 0,4	2,7 ± 0,4

Tabla 10 Cronología de Sunderland (1987) de la dentición decidual (según Scheuer & Black 2000).

diente	50. percentil	rango
di1	15	13-17
di2	17	14-19
dc	19	17-20
dm1	16	14-17
dm2	19	18-20

Se documenta el inicio de la mineralización en semanas posfertilizantes

Tabla 11 Formación de los dientes deciduales (según Liversidge et al. 1998)

		corona completa	raíz completa	ápice completo
	i^1	0,1	1,5	2,6
	i_1	0,1	1,1	2,3
	i2	0,2	1,5	2,6
fem	c	0,68 ± 0,14	2,04 ± 0,29	3,00 ± 0,38
masc	c	0,67 ± 0,14	1,92 ± 0,27	3,10 ± 0,38
fem	m1	0,33 ± 0,12	1,25 ± 0,20	1,80 ± 0,26
masc	m1	0,42 ± 0,12	1,30 ± 0,20	1,95 ± 0,27
fem	m2	0,68 ± 0,14	1,98 ± 0,28	2,85 ± 0,36
masc	m2	0,69 ± 0,14	2,08 ± 0,28	3,08 ± 0,38

Tabla 12 Formación de la corona y raíz terminada (en años) (según Scheuer & Black 2000)

	promedio		Moorrees et al. 1963 ± 2 desviaciones de error		Kronfeld & Schour 1939		Liversidge et al. 1993 rango o edad última	
	corona	raíz	corona	raíz	corona	raíz	corona	raíz
di1	-	-	-	-	0,1-0,2	1,5	0,1	1,1-1,6
di2	-	-	-	-	0,2	1,5-2,0	0,4	1,5
dc	-	-	-	-	0,7	3,25	0,7-1,4	2,6-2,9
fem	0,7	3,0	0,4-1,0	2,3-3,8	-	-	-	-
masc	0,7	3,1	0,4-1,0	2,4-3,8	-	-	-	-
dm1	-	-	-	-	0,5	2,25	0,4-0,8	2,6
fem	0,3	1,8	0,1-0,5	1,3-2,3	-	-	-	-
masc	0,4	2,0	0,2-0,7	1,5-2,5	-	-	-	-
dm2	-	-	-	-	0,8-0,9	3,0	0,7-1,4	3,0
fem	0,7	2,8	0,4-1,0	2,2-3,6	-	-	-	-
masc	0,7	3,1	0,4-1,0	2,4-3,9	-	-	-	-

Tabla 13 Predicción de la edad según Smith (1991) a partir de los estados de la formación de los dientes mandibulares permanentes (según Scheuer & Black 2000)

	masculinos								femeninos							
	I1	I2	C	P1	P2	M1	M2	M3	I1	I2	C	P1	P2	M1	M2	M3
formación inicial cúspide	-	-	0,6	2,1	3,2	0,1	3,8	9,5	-	-	0,6	2,0	3,3	0,2	3,6	9,9
cúspide fusión	-	-	1,0	2,6	3,9	0,4	4,3	10,0	-	-	1,0	2,5	3,9	0,5	4,0	10,4
cúspide contorno completa	-	-	1,7	3,3	4,5	0,8	4,9	10,6	-	-	1,6	3,2	4,5	0,9	4,5	11,0
corona ½	-	-	2,5	4,1	5,0	1,3	5,4	11,3	-	-	2,5	4,0	5,1	1,3	5,1	11,5
corona 3/4	-	-	3,4	4,9	5,8	1,9	6,1	11,8	-	-	3,5	4,7	5,8	1,8	5,8	12,0
corona completa	-	-	4,4	5,6	6,6	2,5	6,8	12,4	-	-	4,3	5,4	6,5	2,4	6,6	12,6
formación inicial raíz	-	-	5,2	6,4	7,3	3,2	7,6	13,2	-	-	5,0	6,1	7,2	3,1	7,3	13,2
raíz concavidad	-	-	-	-	-	4,1	8,7	14,1	-	-	-	-	-	4,0	8,4	14,1
raíz 1/4	-	5,8	6,9	7,8	8,6	4,9	9,8	14,8	4,8	5,0	6,2	7,4	8,2	4,8	9,5	15,2
raíz 1/2	5,6	6,6	8,8	9,3	10,1	5,5	10,6	15,6	5,4	5,6	7,7	8,7	9,4	5,4	10,3	16,2
raíz 2/3	6,2	7,2	-	-	-	-	-	-	5,9	6,2	-	-	-	-	-	-
raíz 3/4	6,7	7,7	9,9	10,2	11,2	6,1	11,4	16,4	6,4	7,0	8,6	9,6	10,3	5,8	11,0	16,9
raíz completa	7,3	8,3	11,0	11,2	12,2	7,0	12,3	17,5	7,0	7,9	9,4	10,5	11,3	6,5	11,8	17,7
ápice ½	7,9	8,9	12,4	12,7	13,5	8,5	13,9	19,1	7,5	8,3	10,6	11,6	12,8	7,9	13,5	19,5
ápice completo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

En las tablas de Moorrees, Fanning y Hunt (1963) los resultados aplicados a poblaciones canadienses muestran una desviación estándar de +/-0,56 años para un sólo diente y de +/-0,09 años cuando se promedian cinco o más dientes, sugiriendo que la edad de una persona joven se puede estimar con un margen de error cercano a los dos meses (Smith, 1991). Definitivamente dichos rangos pueden cambiar según la muestra bajo estudio. La aplicación de las tablas en una muestra de Arikara resultó por ejemplo. en la sobre estimación de dos años al utilizar los terceros molares, en comparación con los premolares o incisivos mandibulares, que refleja al final el retraso en el desarrollo óseo-dental de la muestra.

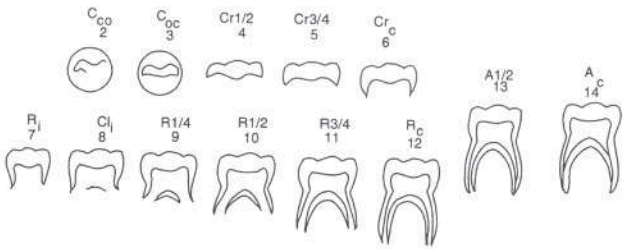


Fig. 21 Mineralización de molares permanentes según el esquema MFH: 2) cúspide fusión; 3) cúspide contorno completo; 4) corona ½; 5) corona ¾; 6) corona completa; 7) formación inicial raíz; 8) raíz concavidad; 9) raíz ¼; 10) raíz ½; 11) raíz ¾; 12) raíz completa; 13) ápice ½; 14),ápice completo (por Byers 2001)

Otro esquema fue presentado por Demirjian (1978), Demirjian et al. (1973, 1976, 1980), que toma en cuenta una escala del desarrollo dental descrito desde A hasta H (ver figura 22, 23). Su muestra fue de niños franco-canadienses a los cuales se les tomaron radiografías de las mandíbulas, en un estudio longitudinal. Originalmente se ha elaborado este sistema para la determinación de la madurez dental, pero también se puede aplicarlo para la estimación de la edad (ver tabla 14). En este método no se observa la formación de piezas dentales mandibulares a través de la corona, raíz y ápice de manera separada, sino conjunta. A partir del estado D, los investigadores observaron diferencias del desarrollo respecto al sexo del individuo, es decir que los niños desarrollan más lento.

Tabla 14 Formación y emergencia dental según el esquema de Demirjian (según El Nofely & Iscan 1989)

sexo	diente	A	B	C	D	E	F	G	H	emergencia
fem	M_2	3,5	4,0	4,6	5,9	7,9	9,9	11,5	14,9	11,3
masc	-	3,5	4,0	4,9	6,3	8,5	10,4	12,0	15,3	11,6
fem	M_1	-	-	-	-	3,7	5,2	6,3	9,5	6,1
masc	-	-	-	-	-	4,1	5,4	6,7	10,2	6,3
fem	PM_4	3,8,	4,1	4,7	5,6	7,1	9,3	11,1	13,6	11,2
masc	-	3,8	4,1	4,7	5,9	7,6	9,6	11,6	14,2	11,6
fem	PM_3	-	-	3,5	4,2	6,0	8,6	10,1	12,7	10,3
masc	-	-	-	3,6	4,5	6,5	9,1	10,8	13,4	10,5
fem	C	-	-	-	2,9	4,9	7,6	9,6	12,2	9,6
masc	-	-	-	-	3,3	5,4	8,5	10,6	13,4	10,5
fem	I_2	-	-	-	-	3,7	6,1	7,3	9,2	7,1
masc	-	-	-	-	-	4,4	6,5	7,7	9,6	7,4
fem	I_1	-	-	-	-	3,5	5,3	6,5	8,1	6,0
masc	-	-	-	-	-	3,9	5,7	6,8	8,5	6,4

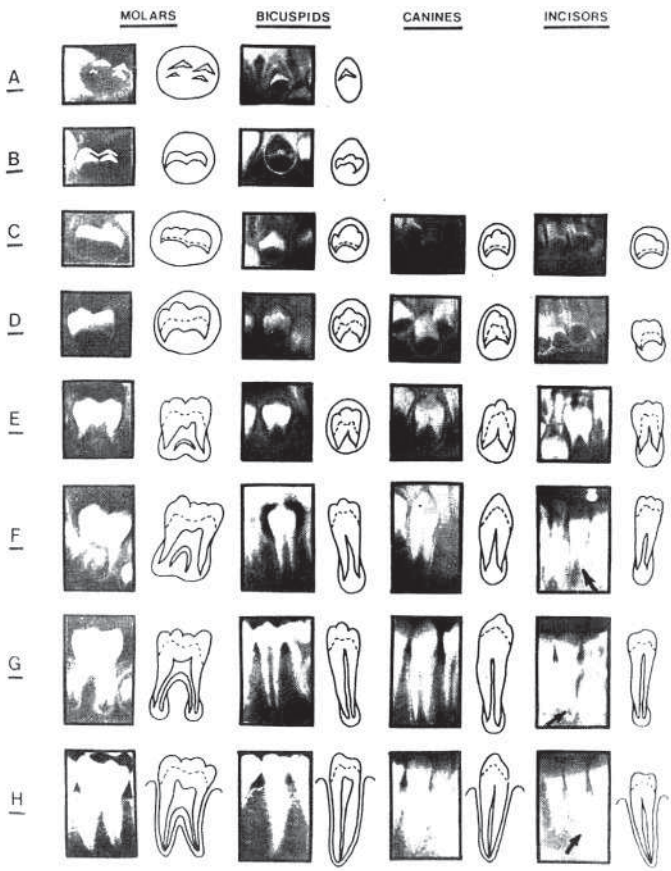


Fig. 22 Esquema del desarrollo dental por Demirjian (1978); A) inicio de formación de la cúspide; B) superficie oclusal completa; C) corona ½; D) corona completa; E) raíz ¼; F) raíz 2/3; G) raíz completa; H) ápice cerrado (por El Nofely & Iscan 1989)

Gustafson & Koch (1974) elaboraron otro diagrama del desarrollo dental (ver figura 23) con base en radiografías de 41 niños. La aplicación parece fácil cuando se definen los triángulos como etapas de inicio de la mineralización, formación de la corona completa y formación de la raíz completa, los tres criterios del estudio. Los ápices de los triángulos indican el promedio y las bases el rango. En evaluaciones de este método se ha encontrado buena confiabilidad, también en hallazgos arqueológicos. Sin embargo, se documentó un alto error entre los investigadores. De todos modos, la metodología de Gustafson & Koch es útil para material antropológico porque funciona aún con ausencia de piezas dentales.

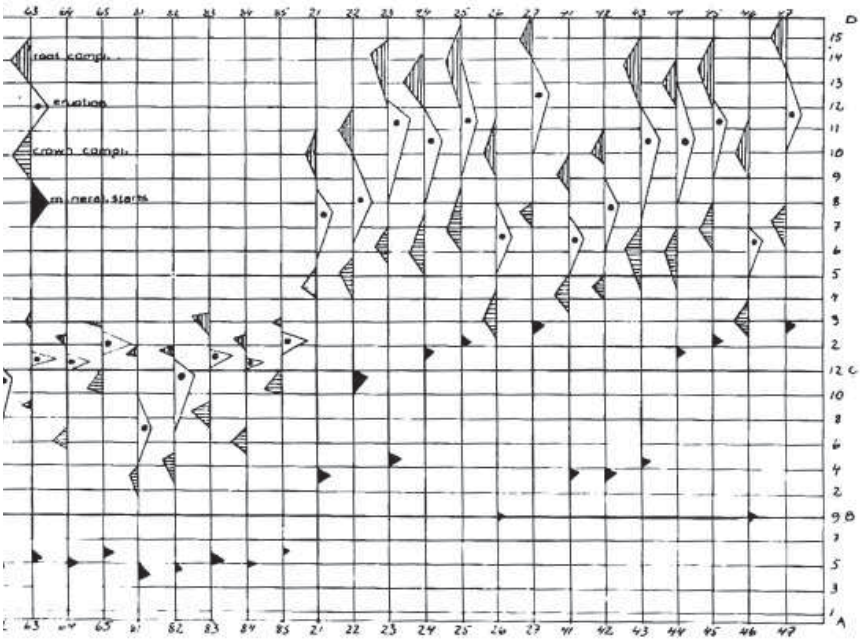


Fig. 23 Diagrama de formación dental por Gustafson & Koch; A-B) fetal; B-C) primer año; C-D) 2-16 años; 61-65) deciduales maxilares izquierdos; 81-85) deciduales mandibulares derechos; 21-27) permanentes maxilares izquierdos; 41-47) permanentes maxilares derechos (por Hillson 2002)

También se puede establecer una relación entre edad y la longitud de dientes, la cual da información sobre el estado de maduración (tabla 15, 16). Comparando esquemas radiográficos con material arqueológico de Inglaterra con edades y sexos conocidos (referencia de Spitalfield), se observa que la maduración dental completa en los infantes de los épocas históricas ocurría de manera más tardía.

Tabla 15 Estimación de la edad en niños a través de la longitud (mm) de los dientes deciduales en proceso de desarrollo (según Liversidge et al. 1998)

diente	ecuación
di1	-0,653 + 0,144 x longitud ± 0,19
di2	-0,581 + 0,153 x longitud ± 0,17
C	-0,648 + 0,209 x longitud ± 0,22
dm1	-0,814 + 0,222 x longitud ± 0,25
dm2	-0,904 + 0,292 x longitud ± 0,26

Tabla 16 Estimación de la edad en niños a través de la longitud (mm) de dientes permanentes (según Liversidge et al. 1998)

diente	ecuación	longitud máxima
I1	0,237 – 0,018 x longitud + 0,042 x (longitud)^2 ± 0,21	<11,3
I^2	-0,173 + 0,538 x longitud + 0,003 x (longitud)^2 ± 0,14	<9,9
I_2	0,921 - 0,281 x longitud + 0,075 x (longitud)^2 ± 0,12	<9,8
C	-0,163 + 0,294 x longitud + 0,028 x (longitud)^2 ± 0,25	<9,8
M1	-0,942 + 0,441 x longitud + 0,010 x (longitud)^2 ± 0,25	<11,5

El tercer molar es el diente más variable en tamaño, forma, presencia o ausencia, formación y tiempo de erupción. Por eso, el estudio del mismo no parece factible, pero el American Board of Forensic Odontology pudo establecer unos estándares al respecto, con base en población de americanos caucasoides (ver tabla 17 y figura 24, Mincer et al. 1993).

Tabla 17 Desarrollo del tercer molar (según Hillson 2002)

	probabilidad (%) de un individuo > 18 años			
	masculino		femenino	
grado	M^3	M_3	M^3	M_3
corona completa	15,9	6,1	9,7	11,3
furcación de raíz, long. raíz < alt. corona	27,8	69,4	28,4	27,4
longitud de la raíz = altura de la corona	44,0	40,5	50,4	43,2
paredes de las raíces paralelas, ápices abiertos	46,8	56,0	63,3	69,8
ápices cerrados	85,3	90,1	89,6	92,2

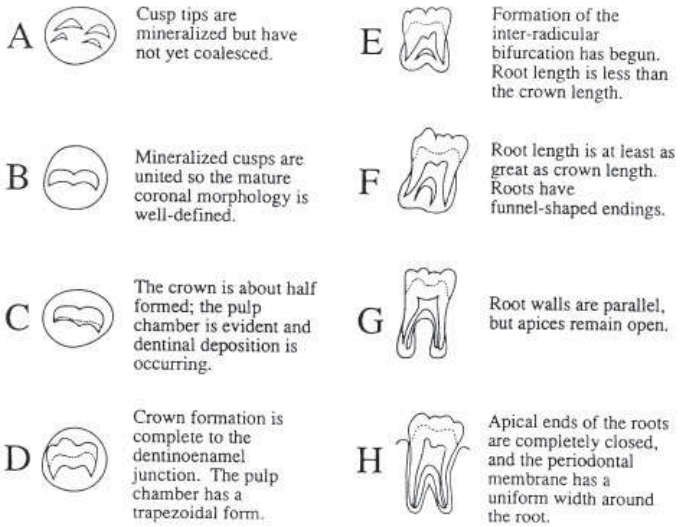


Fig. 24 Las ocho etapas de la formación de la corona y raíz del tercer molar (por Hillson 2002)

Formación y erupción dental

Basándose en los estudios de Logan & Kronfeld (1933) en 1941, Schour & Massler publicaron su estudio inicial con un diagrama sobre el desarrollo dental, vinculando tanto la formación como la erupción de las piezas dentales. Dividieron el desarrollo en 22 etapas asociadas a edades específicas (figura 25). Su muestra consistió en niños enfermos, que murieron en su mayoría antes de cumplir dos años. En evaluaciones de este método se ha encontrado la mayor confiabilidad en muestras arqueológicas subalimentadas para los niños menores.

El esquema elaborado por Ubelaker (1978, 1999) es el más recomendable para la utilización en casos de población amerindia, a causa de la muestra representativa que dicho autor analizó. Es el estudio sobre la emergencia más reconocido por la comunidad científica que parece ser la mejor metodología para este grupo étnico (ver figura 26). Basado en la investigación de Schour & Massler (ver siguiente página), Ubelaker añadió rangos de la edad para las etapas. Para reducir la variabilidad o los rangos se quitan los dientes que se desarrollan en manera variable, como los caninos o los terceros molares de la observación. De todos modos, cada etapa incluye un rango de variación. La formación parece como criterio más eficaz que la erupción, que se refiere a la emergencia clínica y no a la alveolar, la cual se observa en los restos esqueletizados.

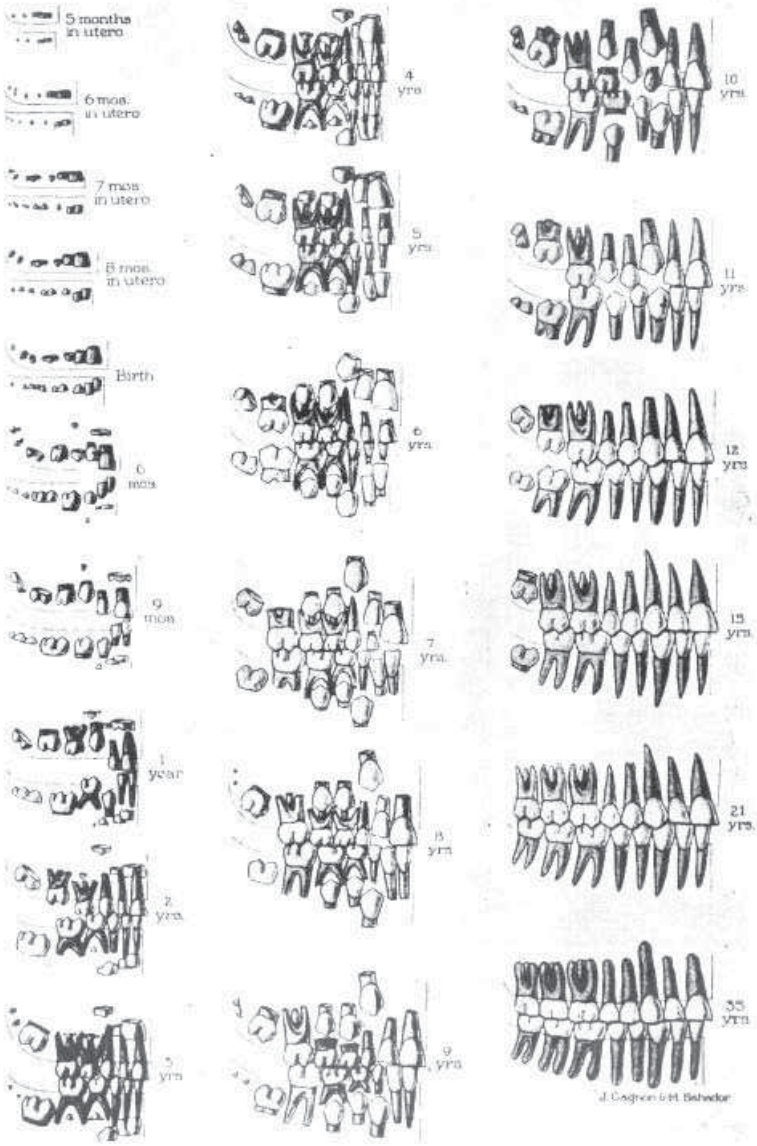


Fig. 25 Diagrama del desarrollo dental según Schour & Massler (por Hillson 2002)

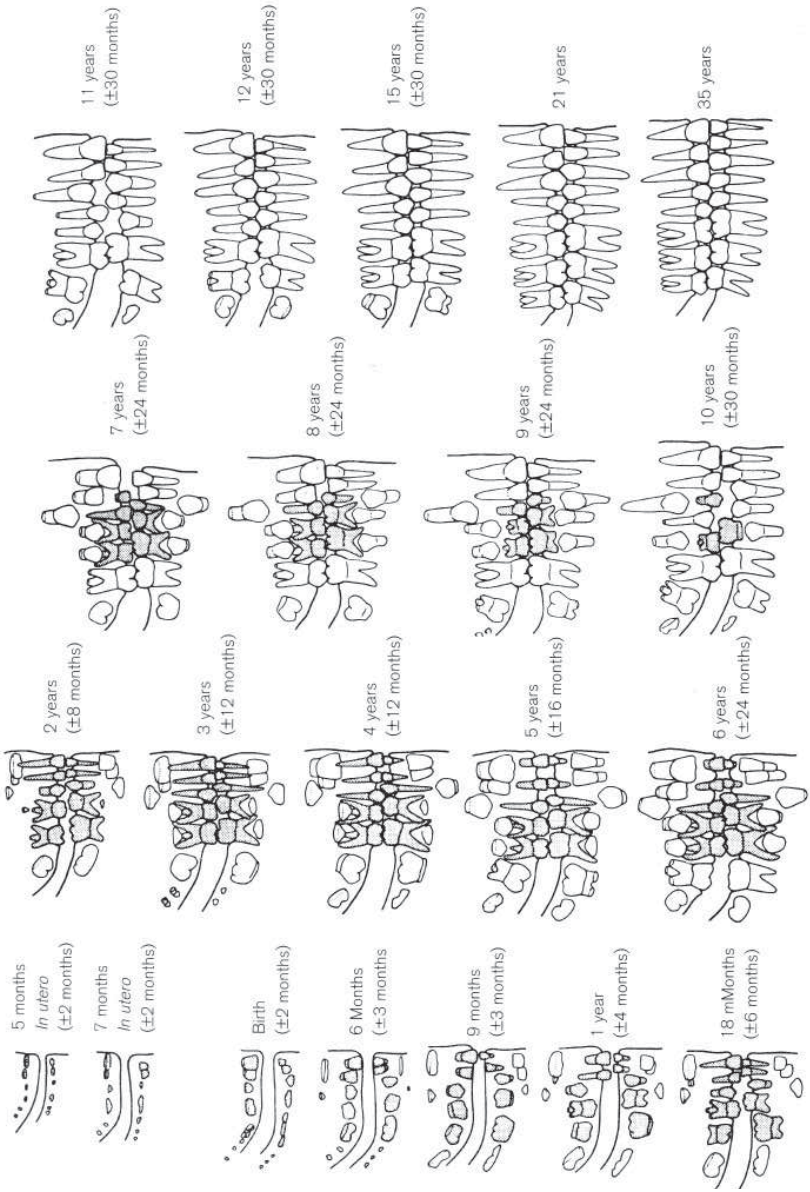


Fig. 26 Desarrollo dental según Ubelaker (por Scheuer & Black 2000)

Erupción dental

La erupción es el proceso, en el cual el diente sale de su cripta ósea hasta la emergencia en la boca. Esta ocurre cuando las raíces han desarrollado hasta la mitad o hasta tres cuartos de su longitud final, con lo cual los dientes salen clínicamente. El tiempo de emergencia fue documentado por varios autores usando metodologías variables o no homogenizadas.

En general se tratan los siguientes cuatro estados:

1) Emergencia alveolar
2) Emergencia gingival (erupción clínica)
3) Oclusión
4) Exfoliación (reabsorción de la raíz)

La mayoría de los estudios se refieren a la emergencia gingival (ver tablas 18-21) que se realiza según el ritmo M^1, I^1, I^2, P^1, C, P^2, M^2 para el maxilar y M_1, I_1, I_2, C, P_1, P_2, M_2 en la mandíbula. Se observa una correlación estrecha entre los lados y generalmente las piezas mandibulares aparecen antes que sus antagonistas del maxilar, especialmente los dientes anteriores. En general, la emergencia de la dentadura permanente es más rápida en niñas que en niños.

Tabla 18 Erupción de dientes decidous (en meses, según Steele & Bramblett 2000)

diente	i_1	i^1	i^2	i_2	pm^3	pm_3	c	c	pm^4	pm_4
erupción (meses)	6-8	9-12	12-14	14-15	15-16	15-16	20-24	20-24	30-32	30-32

Tabla 19 Manifestación de la dentición primaria según Lysell et al. (en meses, según Scheuer & Black 2000)

	diente	promedio	rango ± 1 desviación estándar
maxilar	i^1	10	8-12
	i^2	11	9-13
	c	19	16-22
	m^1	16	13-19 (masc) / 14-18 (fem)
	m^2	29	25-33
mandíbula	i_1	8	6-10
	i_2	13	10-16
	c	20	17-23
	m_1	16	14-18
	m_2	27	21-31 (masc) / 24-30 (fem)

Tabla 20 Erupción de dientes permanentes (en meses, según Steele & Bramblett 2000)

	I^1	I_1	I^2	I_2	C^-	C_-	PM^3	PM_3	PM^4	PM_4	M^1	M_1	M^2	M_2	M^3	M_3
m	5,8-9,0	5,0-8,0	6,7-10,5	5,9-9,4	9,0-14,3	8,3-13,2	7,5-12,2	7,9-13,7	8,1-14,2	8,1-14,7	4,8-7,9	4,6-7,7	9,9-15,3	9,4-14,7	16,5-27,0	16,5-27,0
f	5,6-8,7	5,6-8,7	6,2-10,1	5,6-9,0	8,2-13,6	7,3-12,3	7,1-12,9	7,3-13,0	7,8-13,9	7,5-14,1	4,6-7,7	4,3-7,5	9,5-14,9	8,9-14,3	16,5-27,0	16,5-27,0

La tabla 21 refleja datos de emergencia dental de las piezas permanentes analizadas en poblaciones relativamente cercanas.

Tabla 21 Emergencia de dentadura permanente (según El Nofely & Iscan 1989)

hueso	sexo	n	población	I^1	I^2	C_-	PM^3	PM^4	M^1	M^2	M^3
max	fem	487	Pima Indian	4.87	5.8	11.38	7.47	8.43	10.94	9.63	10.73
		458	SO Dominicanos	4.58	6.50	11.60	6.50	6.90	10.60	9.00	10.20
man		587	Pima Indian	4.87	5.43	10.80	6.15	7.32	9.66	9.87	10.73
		361	SO Dominicanos	3.61	6.92	11.47	6.53	7.68	10.45	10.78	11.28
max	masc	470	Pima Indian	4.70	5.98	11.67	7.83	8.74	11.66	10.08	11.33
		442	SO Dominicanos	4.42	6.90	12.00	6.90	7.30	9.40	9.60	9.80
man		470	Pima Indian	4.70	5.84	11.29	6.26	7.65	10.78	10.43	11.39
		442	SO Dominicanos	4.42	6.50	11.70	6.70	7.20	10.20	10.20	11.20

Tabla 22 Manifestación alveolar y clínica de los dientes permanentes (según Liversidge et al. 1998)

		masculinos				femeninos			
		maxilar		mandíbula		maxilar		mandíbula	
diente	fase	media	error estándar	media	error estándar	media	error estándar	media	error estándar
I1	alv	6,2	0,86	5,9	0,74	6,1	0,35	5,8	0,43
	clin	6,9	0,86	6,3	0,70	6,7	0,66	6,2	0,55
I2	alv	7,3	1,29	6,9	0,78	7,0	0,90	6,5	0,55
	clin	8,3	1,25	7,3	0,70	7,8	0,86	6,8	0,70
C	alv	11,2	1,21	9,8	1,09	9,3	1,25	8,8	0,63
	clin	12,1	1,41	10,4	1,17	10,6	1,45	9,2	1,06
P1	alv	9,8	1,41	9,6	1,29	9,0	1,09	9,1	0,90
	clin	10,2	1,41	10,3	1,80	9,6	1,37	9,6	1,48
P2	alv	11,1	1,60	10,3	1,72	9,5	1,37	9,2	1,64
	clin	11,4	1,48	11,1	1,72	10,2	1,60	10,1	0,67
M1	alv	5,3	0,74	5,3	0,35	5,3	0,47	5,0	0,39
	clin	6,4	0,63	6,3	0,55	6,4	0,55	6,3	0,55
M2	alv	11,4	1,09	10,8	1,02	10,3	0,90	9,9	1,06
	clin	12,8	1,25	12,2	1,41	12,4	1,17	11,4	1,41
M3	alv	17,7	1,52	18,1	2,15	17,2	2,46	17,7	2,34

1.4. Huesos del poscráneo

Al comparar los resultados de la estimación de la edad, se observan diferencias entre los datos craneales, el desarrollo dental y la edad morfométrica, que se puede explicar a través de diferentes velocidades del crecimiento o la utilización de muestras inadecuadas. Retomando los conceptos principales, se trata:

- Crecimiento (incremento cuantitativo en tamaño y/o masa)
- Desarrollo (cambios progresivos desde inmaduro hasta maduro)
- Maduración (proceso de alcanzar capacidades funcionales dentales u óseas)

Siempre se toma en cuenta la variabilidad, es decir, que algunos individuos crecen y maduran rápidamente, siendo más altos y pesados y estando por delante en desarrollo esquelético y otros parámetros de maduración, que individuos de la misma edad cronológica, que crecen y maduran más tardíamente, aunque todos son perfectamente normales. Esta tasa del crecimiento está además determinada por factores medio-ambientales (Johnston & Zimmer 1989).

No obstante, es posible estimar la edad en esqueletos subadultos a través de la longitud de los huesos, midiéndolos sin epífisis. El valor obtenido se relaciona con un estándar de referencia, extrapolándose un rango de edad cronológica. Este método de estimación de la edad incluye varios problemas. En primer lugar se puede destacar, que en estudios osteológicos la longitud de los huesos largos se utiliza principalmente para estimar los retrasos en el crecimiento y no para el cálculo de la edad, a menos que se carezca de otro indicador. Esto se debe a la elevada variabilidad dentro de la población: para una misma edad cronológica, el rango de las mediciones es amplio, o dicho de otra manera, un valor de longitud de un hueso corresponde a varias edades cronológicas. Por eso, las estimaciones de la edad tienen rangos amplios. Por otro lado, la longitud de los huesos puede ser considerada como una variable del crecimiento, estrechamente relacionada con la estatura infantil. Dichas variables como talla o peso son específicamente sensibles a las condiciones ambientales durante el crecimiento. Por lo tanto puede existir un problema por la variabilidad sistemática, debido a las diferentes condiciones de crecimiento dentro poblaciones de referencia y la población guatemalteca bajo estudio. En el caso de los esqueletos subadultos que se analizan en el contexto forense en Guatemala, éstos corresponden en su mayoría a la población rural indígena, la cual en general presenta una estatura baja.

Según los estudios del INCAP, la Universidad del Valle de Guatemala realizados con emigrantes, las niñas de 10 años de edad tienen de uno a dos cm. más de estatura que los niños. Además se observó diferencias entre la población urbana y rural. Los niños que crecen en un ambiente rural, tienen hasta 10 cm menos de estatura que los niños de la ciudad. También se analizaron diferencias entre niños guatemaltecos, que crecen en los EEUU. Dichos alumnos tienen aproximadamente 10 cm. más de estatura que los niños en Guatemala; y en comparación con niños de los EEUU tienen aproximadamente cinco cm menos.

Por otro lado, las poblaciones sobre las que se elaboraron los principales estándares de crecimiento constituían poblaciones sanas de los EEUU y Europa de clase social media o alta. En base de esta simple observación, sería recomendable no utilizar dichos estándares en el contexto guatemalteco. Sin embargo, el análisis de los restos óseos subadultos brinda orientaciones valiosas para la determinación de la edad.

En los siguientes apartados se describen cada uno de los huesos del poscráneo orientado en las publicaciones por Bass (1995), Scheuer & Black (2000) y Steele & Bramblett (2000), en donde se da primero una declaración general sobre el hueso tratado, seguido por las etapas del desarrollo cronológico y la información métrica.

Hioides

El hioides tiene seis centros de osificación; dos para el cuerpo, dos para los cuernos menores y dos más para los cuernos mayores. La osificación de los cuernos dura bastante tiempo y de hecho, de vez en cuando quedan separados.

Desarrollo

fetal	
semana 5	aparición del centro cartilaginoso del cuerpo
nacimiento	centros de osificación probablemente presentes en la porción superior del cuerpo y extremos ventrales de los cuernos mayores
2 años	cuerpo osificado
pubertad	cuerpo y mayoría de los cuernos mayores osificados
adulto	osificación completa y fusión de los elementos

Laringe

Durante la niñez la laringe está representada por cartílagos.

Desarrollo

fetal	
semana 8	aparición de centros cartilaginosos
mes 6	cartílagos con morfología adulta
nacimiento	morfología adulta, pero posición alta en cuello
3 años	laringe baja en su posición
pubertad	laringe en posición adulta, inicio del dimorfismo sexual
20 años	usualmente inicia la osificación de los cartílagos

Esternón

El esternón osifica a partir de seis centros (ver figura 27): uno del manubrio que aparece entre el tercero y sexto mes intrauterino, cuatro del cuerpo esternal y uno del proceso xifoides. Los primeros tres centros del cuerpo aparecen en la etapa fetal, mientras el cuarto aparece alrededor del nacimiento. La osificación del proceso xifoides es variable. Los centros del cuerpo normalmente fusionan entre los 14 y 18 años. La presencia y tiempo de la fusión del manubrio y proceso xifoides al cuerpo también son variables (Steele & Bramblett 2000).

Desarrollo

fetal	
mes 5	desarrollo de centros primarios del manubrio
mes 5-6	desarrollo del centro primario del primer segmento del cuerpo
mes 7-8	desarrollo de los centros primarios de los segmentos 2 y 3
nacimiento	representación de 4 centros de osificación
1 año	desarrollo del centro primario del segmento 4, identificación del manubrio separado
3-6 años	inicio de la osificación en xifoides; identificación de los segmentos separados del cuerpo

4-10 años	fusión de los elementos 3 y 4
11-16 años	fusión del segmento 2 con el 3 y 4; aparición e inicio de fusión de las epífisis
15-20 años	segmento 1 fusiona con el meso-esternón; epífisis siguen fusionando
> 21 años	esternón esencialmente completo, aunque persisten líneas de fusión hasta los 25 años
> 40 años	fusión del xifoides al meso esternón

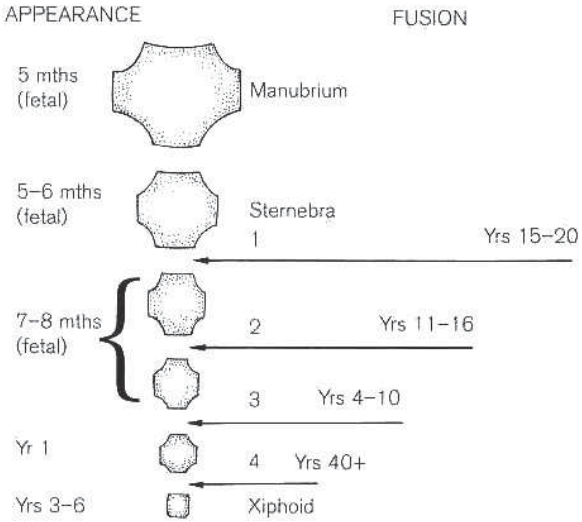


Fig. 27 Desarrollo del esternón (por Scheuer & Black 2000)

Vértebras

La columna vertebral parece útil para la estimación de la edad por sus cambios del desarrollo. Al nacimiento, los centros primarios están presentes y siguen separados durante los primeros dos años. A los dos años fusionan los arcos en la región toráxica y la unión ocurre desde los extremos craneal y caudal hacia medial. En la región cervical inicia la fusión de cuerpos con arcos a los tres años y sigue en dirección caudal. Entre seis y doce años se observa poca actividad, es decir, que la columna está caracterizada por la fusión de los centros primarios y la ausencia de centros secundarios. Con la adolescencia aparecen dichos centros secundarios, e inician su fusión.

Desarrollo

fetal	
mes 2	aparición de centros de la masa lateral del C1 y los arcos neurales del C2 - T2
mes 3	aparición de los centros de osificación de los cuerpos del C4-L5; arcos neurales del T3 - L2; elementos costales (costillas) en la región toráxica
mes 4	aparición de los centros de osificación para los centros del C2 y C3, de los arcos neurales del L3 - L5, y de los centros del proceso odontoide; todos los centros primarios presentes
mes 6	aparición de los centros para el proceso costal del C7
nacimiento	todos los centros primarios presentes
1 año	inicio de la fusión de los arcos posteriores en toráxicas y lumbares
2 años	desarrollo del arco anterior del atlas; fusión del arco posterior en C3 - C7; fusión del arco posterior completo en toráxicas y lumbares; inicio del desarrollo del proceso transverso en lumbares; anillos vertebrales presentes
3-4 años	foramen transverso completo en cervicales; fusión del arco posterior del axis; fusión neurocentral en C3 – C7, toráxicas y lumbares; fusión neurocostal en S1 y S2, C2
4-5 años	fusión posterior del atlas; inicio de la fusión dentocentral en axis; unión de arcos en L5
5-6 años	fusión neurocentral en axis; axis completo con excepción de la fusión del osículo terminal; inicio de la fusión costal en C7; centros primarios de toráxicas fusionados; centros primarios de las lumbares fusionados con excepción del proceso mamilar; fusión del arco anterior del atlas; fusión completa en segmentos lumbares posteriores
6-8 años	desarrollo del proceso mamilar en segmentos lumbares
10 años	fusión costal completa en C7
12 años	en axis diente completo, fusión del osículo terminal
20 años	columna completa, mayoría de las epífisis fusionadas

Cervicales

La osificación de cervicales se origina en tres centros primarios (figura 28), que aparecen entre la séptima semana hasta la 20 semana intrauterina, y cinco centros secundarios, que aparecen en la pubertad. Al nacer, los cervicales consisten en tres partes, el centro y dos medio-arcos. Durante el primer hasta tercer año fusionan los

medio-arcos conjuntos desde la región lumbar hacia craneal. Arco y cuerpo inician a fusionar hacia tres a siete años, iniciando superior hacia inferior. Las epífisis de los centros secundarios, que son dos anillos del cuerpo (superior e inferior), la punta de la espina y las puntas de los procesos transversales aparecen en la pubertad y fusionan entre 17 y 25 años de edad (Bass 1995, Steele & Bramblett 2000).

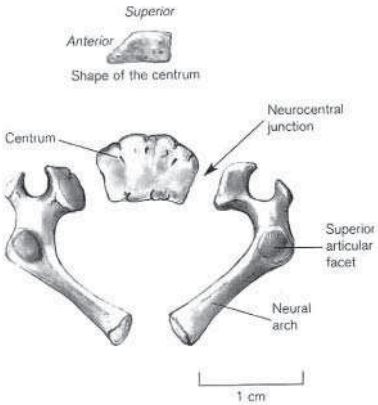


Fig. 28 Cervical perinatal (por Scheuer & Black 2000)

Atlas

El atlas tiene al momento de nacer, las porciones laterales osificadas (figura 29), los arcos aparecen durante los primeros meses de la vida. Aquellos fusionan posteriormente en el tercer año, y anteriormente en el quinto año (Steele & Bramblett 2000).

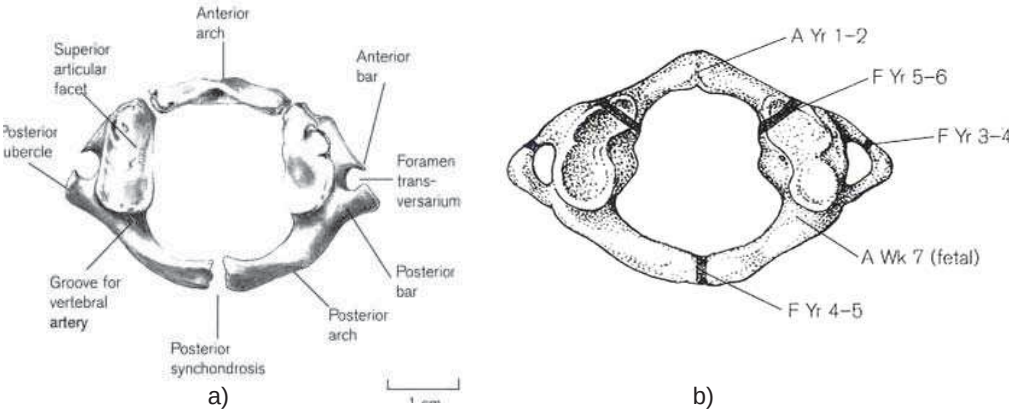


Fig. 29 Desarrollo del atlas; a) centros primarios de la osificación de un individuo con 2-3 años; b) tiempos de aparición y fusión (por Scheuer & Black 2000)

Axis

Los cuatro centros de osificación (figura 30) se desarrollan durante el tercer mes intrauterino y son evidentes al nacer como diente, cuerpo y dos arcos del axis. La fusión de los mismos inicia hacia los cuarto y seis años, mientras que la fusión del diente ocurre en la pubertad. La osificación completa tiene lugar hacia 19 a 20 años (Steele & Bramblett 2000).

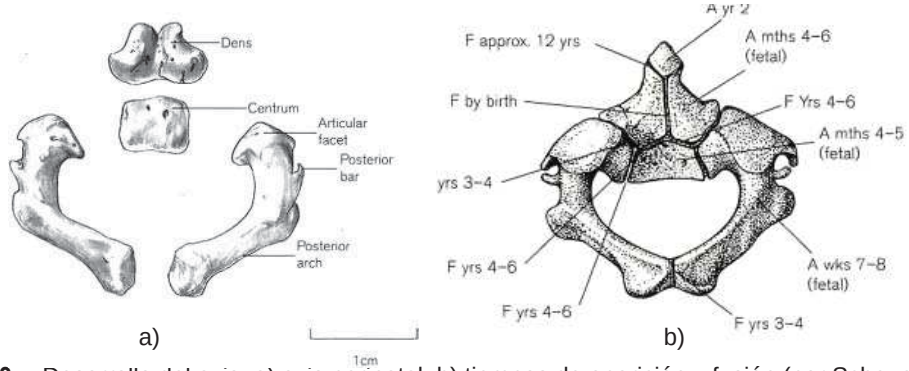


Fig. 30 Desarrollo del axis; a) axis perinatal; b) tiempos de aparición y fusión (por Scheuer & Black 2000)

Dorsales

Las vértebras toráxicas o dorsales (ver figuras 31, 32) siguen el mismo patrón de osificación que las cervicales, con la diferencia, que los centros primarios osifican más tarde, es decir, los arcos se fusionan con el cuerpo entre cuatro y cinco años. Los centros secundarios en la espina y los procesos aparecen en la pubertad y fusionan hacia la edad de 18 años. La maduración de los anillos inicia antes de la edad de 17 años y concluye con a los 25 años. En adultos, los cuerpos de los segmentos inferiores muestran estriación, que disminuye progresivamente después de la edad de 23 años (Steele & Bramblett 2000).

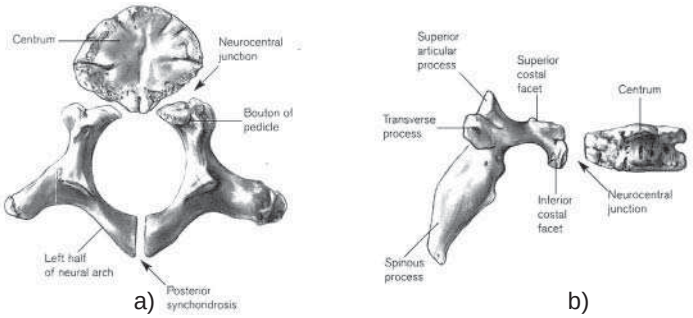


Fig. 31 Vértebra dorsal de un niño con 1,5 años; a) vista superior; b) vista lateral (por Scheuer & Black 2000)

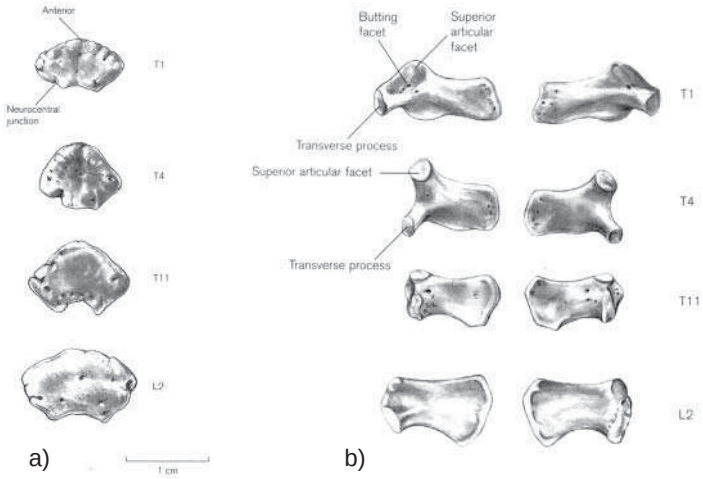


Fig. 32 Centros perinatales de a) vértebras toráxicas y lumbares; y b) de arcos neurales dedorsales y lumbares (por Scheuer & Black 2000)

Lumbares

La maduración sigue el patrón de los elementos superiores mencionados anteriormente. Los arcos fusionan con el cuerpo hacia seis años y los centros secundarios aparecen en la pubertad (figura 33). La fusión de las epífisis de los procesos concluye a los 18 años, los anillos fusionan activamente en la etapa adulta. Las estrías en los cuerpos persisten hacia la etapa de adultos (Steele & Bramblett 2000) y representan entre otros un criterio para la estimación de la edad (ver tomo III).

Costillas

A partir de ocho semanas intrauterinas las costillas 1 hasta la 10 empiezan a fusionar desde el centro cerca del ángulo de cada costilla. La osificación ocurre rápido y en término de cuatro meses se logra hasta los cartílagos costales. Los centros secundarios para la cabeza y la porción articular del tubérculo aparecen con la pubertad y fusionan hacia 18 y 24 años. Por razones de tamaño e identificación de las epífisis, las costillas no poseen mayor valor en la estimación de la edad, aunque se puede utilizar la cabeza que fusiona entre 18 y 24 años de edad. Generalmente, se ha detectado que las epífisis de las costillas 1, 2, 10, 11 y 12 fusionan más rápido que en las costillas centrales. No se han observado diferencias de la fusión entre sexos (Bass 1995, Steele & Bramblett 2000).

Desarrollo

fetal	
8-9 semanas	aparición de los centros de osificación para costillas 5, 6 y 7
11-12 semanas	presencia de centros de osificación para todas las costillas
nacimiento	todos los centros primarios presentes
12-14 años	aparición de las epífisis en región no-articular del tubérculo
18 años	aparición de las epífisis en región articular del tubérculo
17-25 años	aparición y fusión de las epífisis de la cabeza
> 25 años	desarrollo de las costillas completo

Clavícula

La clavícula es el primer hueso en osificar, proceso que se inicia hacia la quinta semana. Entre los 12 y 21 años de edad aparece el centro secundario de osificación, que es la epífisis esternal, constituyendo la última epífisis del cuerpo en fusionarse, alcanzando en algunos individuos los 25 años (Bass 1995, ver también Owings 1981, Szilvassy 1978, Webb & Suchey 1985). McKern & Stewart propusieron edades hacia 17 a 18 años para el inicio de la obliteración de la epífisis medial (ver figura 33) que concluye con 23 años (Bass 1995, Steele & Bramblett 2000).

Desarrollo

fetal	
semanas 5-6	aparición de los centros primarios
semana 7	fusión de los centros a una masa
semanas 8-9	en forma de S
semana 11	adopción de la morfología adulta
nacimiento	representación por diáfisis
12-14 años	epífisis medial en forma de copo
16-21 años	inicio de la fusión del copo en extremidad medial
19-20 años	formación y fusión de la epífisis lateral
>29 años	fusión de la epífisis medial completa

Tabla 23 y 24 representan la información morfométrica de la clavícula con relación a la edad ósea.

Tabla 23 Mediciones de la clavícula en mm (según Scheuer & Black 2000, por Black & Scheuer 1996)

	largo máximo de la clavícula (mm)		
edad	**n**	**promedio**	**rango**
neonato – 6 meses	11	44.4	38.8-54.5
7 meses – 1 año	9	54.1	48.0-60.9
1 año - 1,5 años	11	59.5	54.3-66.0
1,5 año - 2 años	4	63.0	61.4-64.6
2 - 3 años	13	66.5	58.5-72.6
3 - 4 años	7	73.4	69.1-77.0
4 - 5 años	8	74.4	65.3-82.0
5 - 6 años	2	75.9	74.7-77.0
6 - 7 años	4	86.5	85.4-88.8
7 - 8 años	1	89.5	-
8 - 9 años	3	89.0	78.5-98.7
9 – 10 años	0	-	-
10 - 11 años	2	103.7	103.0-104.0
11 - 12 años	2	105	104.5-105.0
12 - 13 años	3	106.4	102.5-111.3
13 - 14 años	2	118.6	117.0-120.1
14 – 15 años	2	118.5	113.5-123.5
15 – 16 años	3	137.7	127.0-154.0

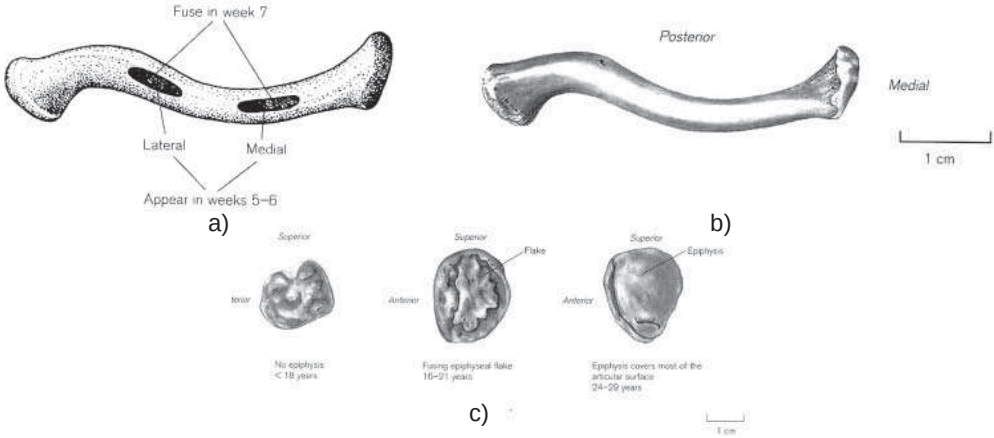


Fig. 33 Desarrollo de la clavícula derecha; a) localización de los centros primarios; b) clavícula perinatal; c) unión epifisial esternal (por Scheuer & Black 2000)

Tabla 24 Mediciones de clavícula en mm (según Scheuer & Black 2000)

edad	longitud clavícula
- 6 meses	39-55
- 12 meses	48-61
- 18 meses	54-66
- 24 meses	61-65
- 3 años	58-73
- 4 años	69-77
- 5 años	65-82
- 6 años	75-79
- 7 años	85-89
- 8 años	-
- 9 años	78-99
- 10 años	-
- 11 años	103-104
- 12 años	104-105
- 13 años	102-111
- 14 años	117-120

Omóplato

A causa de la fragilidad del omóplato, la preservación en los yacimientos arqueológicos es precaria. Posee un centro primario de osificación en el cuerpo y otro en el proceso coracoideo, además siete centros secundarios (ver figura 34). A los tres meses de la vida fetal osifican el acromion, proceso coracoideo, fosa glenoidea, ángulo inferior y borde ventral, que son identificables a cuatro meses intrauterinos. La fusión del coracoideo con el omóplato se inicia hacia los 15 años de edad mediante una línea, que lo une con la cavidad glenoidea y desaparece hacia los 18 años. Al mismo tiempo fusiona la fosa glenoidea. Por su parte, las epífisis del acromion se obliteran entre los 16 a 22 años. Finalmente los bordes lateral y medial (o vertebral) fusionan a los con 17 hasta 23 años (Bass 1995).

Desarrollo

fetal

semanas 7-8	aparición de centros primarios
semanas 12-14	adopción del cuerpo a la morfología adulta
nacimiento	mayoría del cuerpo osificado, pero acromion, coracoideo, borde medial, ángulo inferior y masa glenoidea todavía cartilaginosos

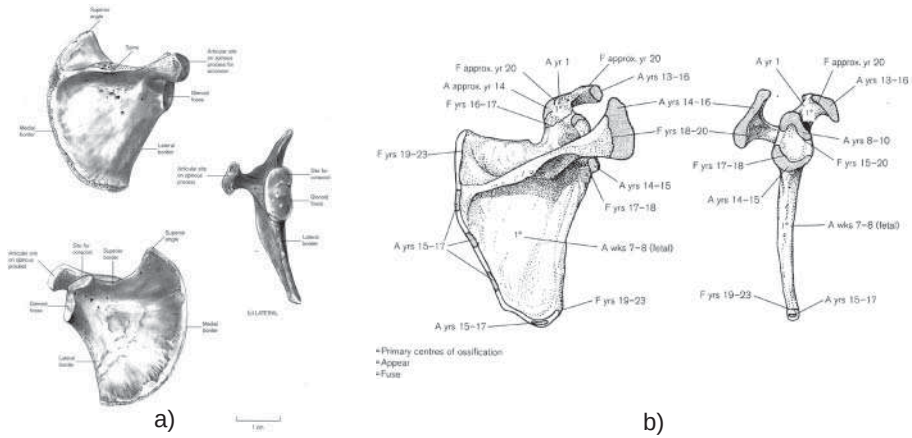
1 año	inicio de la osificación del coracoideo
3 años	coracoideo presenta centro de osificación
8-10 años	aparición del centro subcoracoideo
13-16 años	inicio de la fusión del coracoideo, subcoracoideo y cuerpo; aparición de epífisis para la fosa glenoidea; aparición del ángulo y ápice del coracoideo
15-17 años	fusión completa entre coracoideo, subcoracoideo y cuerpo; aparición de islas epifisiales en borde medial; aparición de epífisis del ángulo inferior
17-18 años	fusión de la epífisis glenoidea completa
20 años	fusión del acromion y todas epífisis del coracoideo completa
23 años	fusión del borde medial y ángulo inferior completa; todas las epífisis fusionadas

Tabla 25 y 26 reflejan la información morfométrica del omóplato en correspondencia a la edad ósea.

Tabla 25 Dimensiones del omóplato en cm (según Scheuer & Black 2000, por Vallois 1946)

edad	altura	anchura
neonato	4.65	3.4
2 años	6.1	4.6
2-4 años	6.65	4.5
4-6 años	8.0	5.4
6-8 años	9.1	6.1

Altura: distancia entre ángulos superior e inferior
Anchura: distancia máxima entre el borde glenoidea y el borde medial



a) b)

Fig. 34 Desarrollo del omóplato derecho; a) ; b) tiempos de aparición y fusión (por Scheuer & Black 2000)

Tabla 26 Dimensiones del omóplato en cm (según Scheuer & Black 2000, por Saunders et al. 1993)

edad	n	altura	n	anchura
neonato – 6 meses	1	3.93	7	3.11
6 meses – 1 año	15	4.92	16	3.70
1 – 2 años	19	6.04	19	4.33
2 - 3 años	10	6.78	8	5.98
3 - 4 años	5	6.39	5	5.60
4 - 5 años	3	8.10	3	5.68
5 - 6 años	3	9.17	3	6.18
6 - 7 años	6	9.73	7	6.61
7 - 8 años	1	9.40	2	6.33
8 - 9 años	1	11.70	1	8.25
9 - 10 años	2	12.00	2	7.73
10 - 11 años	1	12.10	2	8.73
11 - 12 años	1	12.10	1	8.20

Longitud: distancia entre ángulos superior e inferior
Anchura: distancia entre el margen glenoideo y el borde medial de la espina

Húmero

El húmero osifica a partir de un centro primario, que aparece en la octava semana de la vida intrauterina, ubicado en la porción media de la diáfisis, y de siete centros secundarios, de los cuales tres se localizan en la epífisis proximal. Al nacer, la diáfisis está completamente osificada (ver figura 35). La epífisis de la cabeza aparece al nacer y las proximales hacia el primer año. Las cuatro epífisis distales que aparecen hacia el primer año construyen el capitulum, la parte medial de la tróclea, el epicóndilo medial y lateral. Las tres primeras epífisis inician su fusión alrededor del sexto año de edad y se obliteran con el cuerpo hacia los 20 años. En la identificación de la lateralidad del húmero se tiene en cuenta la orientación distal del agujero nutricio (Bass 1995, Steele & Bramblett 2000).

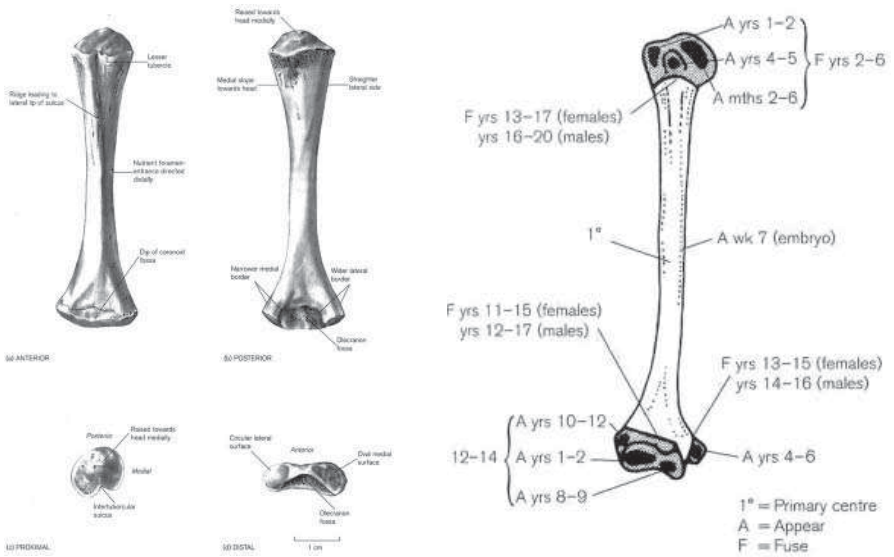
Desarrollo

fetal

semana 7	aparición del centro primario
meses 8-10	aparición del centro secundario para la cabeza
nacimiento	usualmente representado por diáfisis

meses 2-6	aparición del centro secundario para la cabeza
1-2 años	aparición del centro secundario del tubérculo mayor y capitulum
> 4 años	aparición del centro secundario para el epicóndilo medial y tubérculo menor
2-6 años	fusión de la cabeza, tubérculo mayor y menor
8 años	aparición del centro secundario para la tróclea
10 años	aparición del centro secundario para el epicóndilo lateral
11-15 años (niñas)	fusión de la epífisis distal compuesta
12-17 años (niños)	fusión de la epífisis distal compuesta
13-15 años (niñas)	fusión del epicóndilo medial
14-16 años (niños)	fusión del epicóndilo medial
13-17 años (niñas)	fusión de la epífisis proximal
16-20 años (niños)	fusión de la epífisis proximal

Tabla 27 conlleva la información morfométrica del húmero con relación a la edad ósea, tabla 28 las medidas perinatales y tabla 29 la regresión de la edad con la longitud del húmero.



a) b)

Fig. 35 Desarrollo del húmero derecho; a) perinatal; b) tiempos de aparición y fusión (por Scheuer & Black 2000)

Tabla 27 Longitud del húmero en mm (según Scheuer & Black 2000, por Maresh 1970)

	masculino			femenino		
edad	**n**	**promedio**	**desviación**	**n**	**promedio**	**desviación**
1,5 meses	59	72.4	4.5	69	71.8	3.6
3 meses	59	80.6	4.8	65	80.2	3.8
6 meses	67	88.4	5.0	78	86.8	4.6
1 año	72	105.5	5.2	81	103.6	4.8
1,5 años	68	118.8	5.4	84	117.0	5.1
2 años	68	130.0	5.5	84	127.7	5.8
2,5 años	72	139.0	5.9	82	136.9	6.1
3 años	71	147.5	6.7	79	145.3	6.7
3,5 años	73	155.0	7.8	78	153.4	7.1
4 años	72	162.7	6.9	80	160.9	7.7
4,5 años	71	169.8	7.4	78	169.1	8.3
5 años	77	177.4	8.2	80	176.3	8.7
5,5 años	73	184.6	8.1	74	182.6	9.0
6 años	71	190.9	7.6	75	190.0	9.6
6,5 años	72	197.3	8.1	81	196.7	9.7
7 años	71	203.6	8.7	86	202.6	10.0
7,5 años	76	210.4	8.9	83	209.3	10.5
8 años	70	217.3	9.8	85	216.3	10.4
8,5 años	72	222.5	9.2	82	221.3	11.2
9 años	76	228.7	9.6	83	228.0	11.8
9,5 años	78	235.1	10.7	83	234.2	12.9
10 años	77	241.0	10.3	84	239.8	13.2
10,5 años	76	245.8	11.0	75	245.9	14.6
11 años	75	251.7	10.7	76	251.9	14.7
11,5 años	76	257.4	11.9	75	259.1	15.3
12 años	73	263.0	12.8	71	265.6	15.6

Tabla 28 Longitud (mm) y peso (g) del húmero perinatal (según Scheuer & Black 2000, por Trotter & Peterson 1969)

	longitud	**peso**
promedio	63,5	2,10

Tabla 29 Ecuación de regresión de la edad con el largo del húmero (según Scheuer & Black 2000, por Scheuer et al. 1980)

linear (semanas) =	(0,4585 x húmero) + 8,6563 ± 2,33
logarítmico (semanas) =	(25,069 $\log_e$ x húmero) – 66,4655 ± 2,26

Radio

El radio osifica a partir de un centro único localizado cerca del punto medio de la diáfisis, que aparece con ocho semanas intrauterinas. Al nacer la diáfisis está osificada, mientras las epífisis permanecen cartilaginosas (ver figura 36). La epífisis distal aparece alrededor de uno a 1.5 años y se fusiona entre los 16 y 17 años en mujeres y hacia los 17 y 18 años en varones. La epífisis proximal surge a los cinco a seis años, y se une entre los 16 - 18 años (Bass 1995, Steele & Bramblett 2000). En niños españoles, a los 17,5 años el proceso de fusión ha avanzado, pero se aprecia aún áreas oscuras correspondientes al cartílago, que son más visibles los extremos, sobre todo en el lado interno. A los 18,5 años la epífisis radial se ha fusionado con su metáfisis; esto significa, que la maduración ósea de la mano y la muñeca ha finalizado. En niñas españolas, la maduración ósea se alcanza a los 17,5 años (según Hernández et al. 1991). Para la identificación del lado correspondiente se toma en cuenta la orientación proximal y anterior del agujero nutricio; al colocarse el hueso en posición anatómica, el respectivo proceso estiloide se ubica también en el lado correspondiente.

Desarrollo

fetal	
semana 7	aparición del centro primario en diáfisis
nacimiento	representación por la diáfisis
1-2 años	aparición del centro secundario para la epífisis distal
5 años	aparición del centro secundario para la cabeza
8 años	formación del proceso estiloide en epífisis distal
10-11 años	epífisis proximal muestra muesca fóvea
11,5-13 años	fusión extremo proximal en niñas
	pubertad copo de la tuberosidad forma centro separado
14-17 años	fusión extremo proximal en niños; fusión extremo distal en niñas
16-20 años	fusión extremo distal en niños

Tablas 30 a 32 contienen la información morfométrica del radio con relación a la edad ósea, tabla 33 las mediciones perinatales y tabla 34 la regresión de la edad con la longitud del radio.

Tabla 30 Longitud del radio en mm (según Scheuer & Black 2000, por Maresh 1970)

	masculino			femenino		
edad	**n**	**promedio**	**desviación**	**n**	**promedio**	**desviación**
1,5 meses	59	59.7	3.3	69	57.8	2.8
3 meses	59	66.0	3.3	65	63.4	2.8
6 meses	67	70.8	3.5	78	67.6	3.4
1 año	72	82.6	4.0	81	78.9	3.4
1,5 años	68	91.4	4.4	83	87.5	4.0
2 años	68	98.6	4.7	84	95.0	4.5
2,5 años	71	105.2	4.8	82	101.4	5.0
3 años	71	111.6	5.3	79	107.7	5.2
3,5 años	73	116.9	6.2	78	113.8	5.5
4 años	72	123.1	5.6	80	119.2	5.7
4,5 años	71	128.2	5.6	78	125.2	6.6
5 años	77	133.8	6.1	80	130.2	6.9
5,5 años	73	138.9	6.4	74	134.6	7.2
6 años	71	143.8	5.9	75	140.0	7.4
6,5 años	72	148.3	6.4	81	144.7	7.8
7 años	71	153.0	6.7	86	149.3	8.0
7,5 años	76	157.9	6.9	83	154.3	8.4
8 años	70	162.9	7.1	85	158.9	8.7
8,5 años	72	166.8	6.6	82	162.8	8.8
9 años	76	171.3	7.4	83	167.6	9.3
9,5 años	78	176.1	7.7	83	172.2	10.2
10 años	77	180.5	7.9	84	176.8	10.4
10,5 años	76	184.4	8.4	75	181.8	11.8
11 años	75	188.7	8.5	76	186.0	11.7
11,5 años	76	193.0	9.2	75	192.0	12.1
12 años	74	197.4	9.6	71	196.9	12.7

Tabla 31 Longitud del radio en mm (según Scheuer & Black 2000, por Ganthus 1951)

	masculino			femenino		
edad	**n**	**promedio**	**rango**	**n**	**promedio**	**rango**
3 meses	100	65.90	58-73	100	62.85	54-70
6 meses	100	73.10	66-81	100	69.73	60-78
9 meses	100	80.01	73-90	100	76.18	66.5-84
1 año	100	85.72	75.5-95	100	81.73	71-91
1,5 años	100	94.84	84-107	100	91.70	82-103
2 años	100	102.37	95-115.5	100	99.44	88-112

Tabla 32 Longitud de la diáfisis del radio en mm (según Scheuer & Black 2000, por Gindhart 1973)

	masculino			femenino		
edad	**n**	**promedio**	**desviación**	**n**	**promedio**	**desviación**
1 mes	138	55.84	2.89	123	54.00	2.72
3 meses	117	62.42	3.02	102	59.85	3.31
6 meses	200	69.72	3.42	176	66.93	3.74
9 meses	115	75.84	4.13	105	73.50	4.55
1 año	198	82.29	4.64	169	79.52	4.51
1,5 años	117	92.52	6.89	106	89.44	4.87
2 años	183	100.20	5.10	162	97.46	5.00
2,5 años	110	107.52	5.33	104	104.28	5.67
3 años	179	114.44	5.92	166	110.80	5.94
3,5 años	101	119.97	5.67	111	117.13	6.51
4 años	184	125.97	6.55	175	122.88	6.76
4,5 años	99	131.42	6.53	92	128.83	7.61
5 años	182	137.54	7.18	165	134.32	7.56
5,5 años	86	142.30	7.67	79	140.66	8.00
6 años	184	148.85	8.11	165	145.30	8.32
6,5 años	107	153.14	8.51	89	150.45	9.07
7 años	172	159.10	8.73	157	155.28	9.10
7,5 años	100	163.81	8.81	89	160.36	9.63
8 años	163	168.93	8.89	153	165.38	9.81
8,5 años	99	173.57	9.35	94	169.58	10.77
9 años	164	179.45	9.43	145	175.06	10.54
9,5 años	85	183.47	9.63	90	180.31	11.46
10 años	148	188.52	10.29	139	185.39	11.75
10,5 años	17	192.34	7.62	17	186.03	13.14
11 años	140	198.63	10.74	127	196.20	12.90
11,5 años	14	202.27	7.54	14	199.25	16.18
12 años	130	208.59	12.36	116	208.81	13.50
13 años	119	220.17	14.25	106	217.72	12.26
14 años	118	234.45	15.56	101	223.30	11.15
15 años	98	245.23	14.56	91	226.75	11.36
16 años	87	253.42	11.97	76	228.34	10.31
17 años	73	255.90	12.40	60	227.98	11.33
18 años	64	255.70	12.27	45	230.89	11.71

Tabla 33 Longitud (mm) y peso (g) del radio perinatal (según Scheuer & Black 2000, por Trotter y Peterson 1969)

	longitud	**peso**
promedio	51,5	0,70

Tabla 34 Ecuación de regresión de la edad con el largo del radio (según Scheuer & Black 2000, por Scheuer et al. 1980)

linear (semanas) =	(0,5850 x radio) + 7,7100 ± 2,29
logarítmico (semanas) =	(25,695 $\log_e$ x radio) – 63,6541 ± 2,24

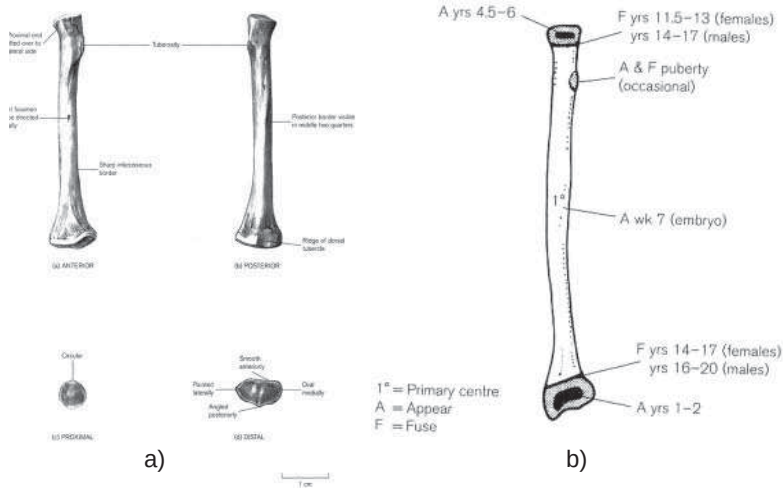


Fig. 36 Desarrollo del radio derecho a) radio perinatal; b) tiempos de aparición y fusión (por Scheuer & Black 2000)

Cúbito

El centro primario de osificación del cúbito aparece hacia la octava semana de vida intrauterina. Al nacer, la diáfisis está osificada, mientras el olécranon y la epífisis distal todavía son de cartílago (ver figura 37). La epífisis distal osifica a la edad de seis a siete años (cinco a seis años más tarde que la respectiva epífisis distal del radio), y se oblitera alrededor de los 17-20 años. A su vez, la epífisis proximal surge a los 7-14 años y se une a la edad de 19 años. Para identificar la lateralidad del hueso se coloca en posición anatómica, con el agujero nutricio en sentido proximal y la epífisis proximal orientada hacia sí mismo; la escotadura semilunar, la radial y la cresta interósea, al igual que el agujero nutricio, estarán ubicadas en el lado respectivo del hueso (Bass 1995, Steele & Bramblett 2000).

Desarrollo

fetal	
semana 7	aparición del centro primario
nacimiento	representación por la diáfisis

5-7 años	aparición del centro secundario para la epífisis distal
8-10 años	formación del proceso estiloide en epífisis distal; aparición de los centros secundarios para el olécranon
12-14 años (niñas)	fusión extremo proximal
13-16 años (niños)	fusión extremo proximal
15-17 años (niñas)	fusión extremo distal
17-20 años (niños)	fusión extremo distal

Tablas 35 y 36 presentan la información morfométrica del cúbito con relación a la edad ósea y tabla 37 la regresión de la edad con la longitud del radio.

Tabla 35 Longitud del cúbito en mm (según Scheuer & Black 2000, por Maresh 1970)

	masculino			femenino		
edad	**n**	**promedio**	**desviación**	**n**	**promedio**	**desviación**
1,5 meses	59	67.0	3.5	69	65.3	3.1
3 meses	59	73.8	3.4	65	71.2	3.1
6 meses	67	79.1	3.7	78	75.7	3.8
1 año	71	92.6	4.4	81	89.0	4.0
1,5 años	68	102.3	4.6	83	98.9	4.4
2 años	68	109.7	4.9	84	107.1	4.8
2,5 años	71	116.6	5.2	82	113.8	5.2
3 años	71	123.4	5.6	79	120.6	5.4
3,5 años	73	129.1	6.4	78	127.2	5.7
4 años	72	135.5	5.6	80	133.1	5.8
4,5 años	71	141.0	5.6	78	139.3	6.6
5 años	77	147.0	6.1	80	144.6	7.1
5,5 años	73	152.6	6.7	74	149.1	7.2
6 años	71	157.5	6.2	75	154.9	7.4
6,5 años	72	162.2	6.8	81	159.9	7.9
7 años	71	167.3	7.0	86	164.8	8.3
7,5 años	76	172.2	7.4	83	170.1	8.5
8 años	70	177.3	7.4	85	174.9	8.7
8,5 años	72	181.6	7.1	82	179.1	8.8
9 años	76	186.4	7.9	83	184.3	9.5
9,5 años	78	191.7	8.3	83	189.7	10.4
10 años	77	196.2	8.5	84	194.4	10.6
10,5 años	76	200.4	8.8	75	200.0	12.4
11 años	75	205.1	9.2	76	204.7	12.0
11,5 años	76	209.8	9.9	75	211.3	13.1
12 años	74	214.5	10.2	70	216.4	13.3

Tabla 36 Longitud en mm del cúbito (según Scheuer & Black 2000, por Ganthus 1951)

	masculino			femenino		
edad	**n**	**promedio**	**rango**	**n**	**promedio**	**rango**
3 meses	100	73.55	65-82.5	100	70.58	61-80
6 meses	100	81.03	73-90.5	100	77.67	69-87
9 meses	100	88.20	80-98	100	84.70	75-93
1 año	100	94.84	85-104.5	100	90.73	80-102
1,5 años	100	104.99	93-115	100	101.62	90-115
2 años	100	112.64	102-125	100	109.79	79-124

Tabla 37 Ecuación de regresión de la edad con el largo del cúbito (según Scheuer & Black 2000, por Scheuer et al. 1980)

linear (semanas) =	(0,5072 x cúbito) + 7,8208 ± 2,20
logarítmico (semanas) =	(26,078 $\log_e$ x cúbito) – 68,7222 ± 2,10

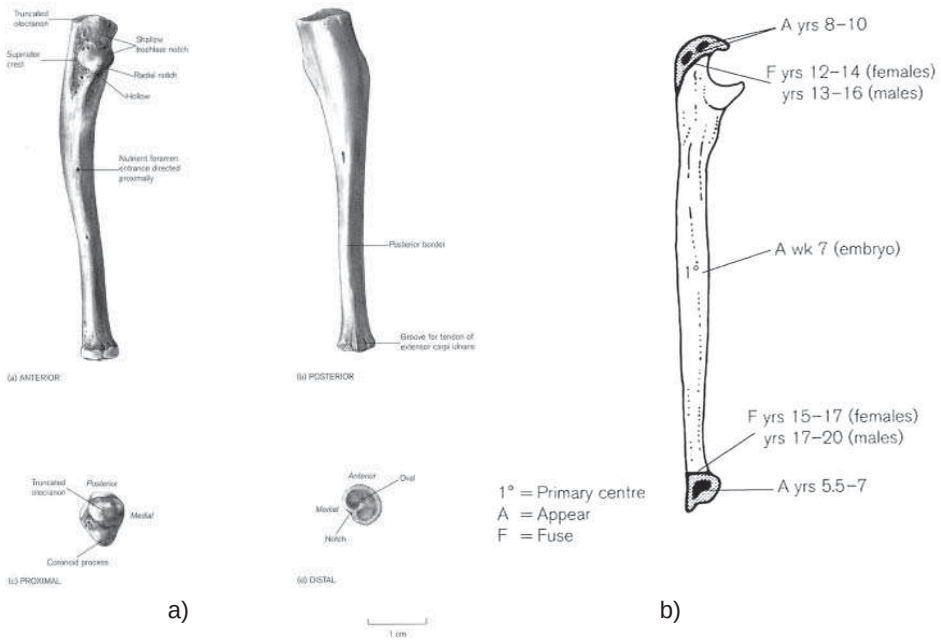


Fig. 37 Desarrollo del cúbito derecho; a) cúbito perinatal; b) tiempos de aparición y fusión (por Scheuer & Black 2000)

Mano

Con el nacimiento, los individuos poseen 5 metacarpos y 14 falanges; las epífisis están ausentes y ninguno de los carpos ha iniciado su osificación (comparar figura 38 y 39). Aproximadamente con un año la osificación del grande y ganchoso ha empezado en varones. Ninguna epífisis esta presente. En niñas adicionalmente la epífisis distal del radio, las epífisis del segundo y tercer metacarpo y las epífisis de las falanges proximales del segundo hasta cuarto dedo contienen centros de osificación. A los cinco años, todos los carpos han osificado con excepción del escafoides (navicular) en niños. La epífisis del primer metacarpo está desarrollando y las epífisis de los demás metacarpos y falanges proximales han aparecido. En las falanges medias y distales las epífisis han osificado. En niñas con 5 años de edad todos los carpos han osificado, así como las epífisis de los metacarpos y falanges. Con diez años en varones las epífisis de los metacarpos y falanges se han modificado, mientras en mujeres el estado de la osificación es más avanzado. La fusión de las falanges distales inicia a los 15 años en niños. En niñas de la misma edad, la fusión de las epífisis de los carpos está en sus últimos pasos o ya completa. En niños con 15 años fusionan las epífisis de las falanges distales. Niñas de la misma edad han logrado el estado final de la osificación de los carpos. La fusión termina primero distal, después proximal y por último en falanges medias del segundo, tercero, cuarto y quinto dedo (Bass 1995, Steele & Bramblett 2000). Figura 38 representa el desarrollo de la mano mediante radiografías.

Desarrollo

fetal	
semana 7-9	aparición de los centros de osificación para las falanges distales
semana 8-10	aparición de los centros de osificación para los metacarpos
semana 9-11	aparición de los centros de osificación para las falanges proximales
semana 10-12	aparición de los centros de osificación para las falanges medias
nacimiento	19 centros primarios presentes; centros de osificación para el grande y ganchoso sean presentes
2-3 meses (niñas)	aparición del centro de la osificación para el grande
3-4 meses (niños)	aparición del centro de la osificación para el grande
3-4 meses (niñas)	aparición del centro de la osificación para el ganchoso
4-5 meses (niños)	aparición del centro de la osificación para el ganchoso
1-2 años	aparición del centro de la osificación para el piramidal
10-17 meses (niñas)	aparición de epífisis para bases de falanges proximales II-V
14-24 meses (niños)	aparición de epífisis para bases de falanges proximales II-V
17 meses (niñas)	aparición de epífisis para base de falange distal I
22 meses (niños)	aparición de epífisis para base de falange distal I
16-19 meses (niñas)	aparición de epífisis para cabezas de metacarpos II-V
22-30 meses (niños)	aparición de epífisis para cabezas de metacarpos II-V

19 meses (niñas)	aparición de epífisis para bases de falanges medias II-IV
2,5 años (niños)	aparición de epífisis para bases de falanges medias II-IV
2 años (niñas)	aparición de epífisis para bases de falanges distales III-IV, bases de metacarpo I y falange proximal I
2-3 años (niños)	aparición de epífisis para bases de falanges distales III-IV, bases de metacarpo I y falange proximal I
2,5 años (niñas)	aparición de epífisis para bases de falanges V distal y medio
3,5 años (niños)	aparición de epífisis para bases de falanges V distal y medio
3 años (niñas)	aparición de centro de osificación de semilunar; presencia de grande
4 años (niños)	aparición de centro de osificación de semilunar; presencia de grande
4 años (niñas)	aparición de centro de osificación de trapecio; presencia de ganchoso
5 años (niños)	aparición de centro de osificación de trapecio; presencia de ganchoso
5 años (niñas)	aparición de centro de osificación de escafoides
6 años (niños)	aparición de centro de osificación de escafoides
8 años (niñas)	aparición de centro de osificación de pisiforme; presencia de piramidal
10 años (niños)	aparición de centro de osificación de pisiforme; presencia de piramidal
9-10 años	presencia de trapecio, trapezoide y semilunar
9,5-11 años	presencia de escafoides
10-12 años	aparición y fusión del gancho (hamulus)
12 años	presencia de pisiforme
11-15 años (niñas)	inicio de la osificación de sesamoideos
13-18 años (niños)	inicio de la osificación de sesamoideos
13,5 años (niñas)	fusión de epífisis de falanges distales
16 años (niños)	fusión de epífisis de falanges distales
14-14,5 años (niñas)	fusión de base de metacarpo I y epífisis de falanges proximales y medias
16,5 años (niños)	fusión de base de metacarpo I y epífisis de falanges proximales y medias
14,5-15 años (niñas)	fusión de cabezas de metacarpos II-V
16,5 años (niños)	fusión de cabezas de metacarpos II-V

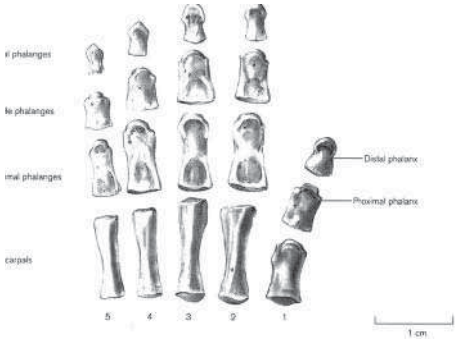


Fig. 38 Mano perinatal (por Scheuer & Black 2000)

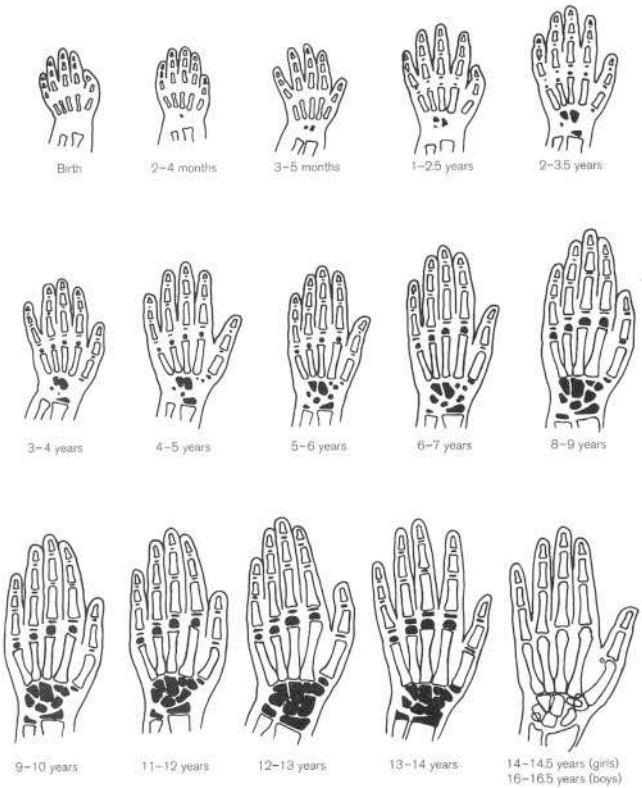


Fig. 39 Desarrollo de la mano según radiografías (por Scheuer & Black 2000)

Carpos

Los carpos osifican cada uno de un centro primario y el proceso de la osificación es bilateral simétrico. Tabla 38 presenta los tiempos de aparición de centros de osificación (Steele & Bramblett 2000).

Tabla 38 Edad (95. percentil en años) y aparición de los centros de la osificación (según Steele & Bramblett 2000, por Garn et al. 1967)

	masculinos	femeninos
centro	**95%**	**95%**
grande	0,6	0,16
ganchoso	0,82	0,59
piramidal	5,47	3,73
semilunar	6,77	5,65
escafoides	7,81	5,99
trapecio	8,97	6,36
trapezoide	8,5	6,01

Metacarpos

Los metacarpos poseen dos centros de osificación, uno para el cuerpo y otro para las epífisis. La ubicación de la epífisis del metacarpo I es proximal, mientras en los demás es distal. Las diáfisis osifican antes del nacimiento y las epífisis fusionan a las diáfisis durante la adolescencia. La tabla 39 muestra las edades de aparición de dichas epífisis, tablas 40 y 41 la morfometría del metacarpo II.

Tabla 39 Edad (95. percentil en años) de la aparición de las epífisis de los metacarpos (según Steele & Bramblett 2000, por Garn et al. 1967)

	masculinos	femeninos
centro	**95%**	**95%**
metacarpo II	2,82	1,69
metacarpo III	3,01	1,94
metacarpo IV	3,60	2,17
metacarpo V	3,82	2,35
metacarpo I	4,32	2,67

Tabla 40 Variación en largo máximo y anchura de la diáfisis del metacarpo II (según Scheuer & Black 2000, por Kimura 1976)

	masculino		femenino	
años*	largo	ancho	largo	ancho
0.5-1.5	21.9	4.3	22.9	4.0
1.5-2.5	29.2	5.0	30.0	4.7
2.5-3.5	32.6	5.2	33.3	5.0
3.5-4.5	35.8	5.4	35.6	5.2
4.5-5.5	37.4	5.5	38.5	5.4
5.5-6.5	39.8	5.8	40.9	5.4
6.5-7.5	43.9	5.9	45.2	5.7
7.5-8.5	48.1	6.1	46.9	5.8
8.5-9.5	49.3	6.3	49.6	6.2
9.5-10.5	51.3	6.5	50.8	6.3
10.5-11.5	53.3	6.8	54.4	6.8
11.5-12.5	55.2	7.2	57.0	7.1
12.5-13.5	57.4	7.8	57.9	7.2
13.5-14.5	59.9	8.1	58.4	7.4
14.5-15.5	62.2	8.5	58.9	7.3
15.5-16.5	63.7	8.7	59.4	7.4
16.5-17.5	64.6	8.8	59.5	7.6
17.5-18.5	65.0	8.9	59.4	7.6

*La tabla original trata un intervalo de 7 meses para el principio del rango de años

Tabla 41 Largo máximo y anchura de la diáfisis del metacarpo II en mm (según Scheuer & Black 2000, por Plato et al.1984)

	masculino		femenino	
años	largo	ancho	largo	ancho
5	38.37	4.63	39.80	5.30
6	40.30	5.14	41.30	5.20
7	42.85	5.37	44.00	5.59
8	46.67	5.57	46.43	5.70
9	45.60	5.80	47.18	5.72
10	51.65	5.90	50.45	5.96
11	52.03	6.39	52.93	6.14
12	53.37	6.35	55.05	6.65
13	55.29	6.73	59.02	6.71
14	57.25	7.15	63.36	7.04
15	60.42	7.67	63.08	7.03
16	63.40	6.90	61.38	6.72
17	-	-	64.55	7.35

Falanges

Como en los metacarpos, las falanges tienen dos centros de osificación. Los cuerpos aparecen meses antes del nacimiento, y las epífisis durante los primeros años. La tabla 42 contiene las edades de la aparición de dichas epífisis, tabla 43 la información morfométrica sobre la media falange IV y tabla 44 de la proximal falange III.

Tabla 42 Edad (95. percentil en años) para la aparición de las epífisis de falanges (según Steele & Bramblett 2000, por Garn et al. 1967)

	masculinos	femeninos
centro	95	95
II proximal	2,17	2,47
IV proximal	2,70	1,73
I distal	2,70	1,73
III proximal	2,52	1,88
V proximal	2,82	2,07
III medio	3,31	2,36
IV medio	3,24	2,43
II medio	3,31	2,54
III distal	3,72	2,69
IV distal	3,73	2,82
I proximal	4,57	2,84
II distal	4,97	3,29
V distal	4,98	3,45
V medio	5,84	3,54

Tabla 43 Longitud máxima y anchura mínima de la diáfisis de la media falange IV en mm (según Scheuer & Black 2000, por Roche & Herrmann 1970)

	masculino		femenino	
años	largo	ancho	largo	ancho
3	13.6	5.4	13.2	5.3
4	14.5	5.5	14.2	5.5
5	15.3	5.9	14.9	5.7
6	16.1	6.0	15.5	5.8
7	16.8	6.2	16.4	5.9
8	17.4	6.4	17.3	6.1
9	18.2	6.5	17.8	6.3
10	18.7	6.8	18.5	6.4
11	19.3	6.9	19.4	6.6
12	20.2	7.0	20.3	6.8
13	21.1	7.3	20.9	6.9

Tabla 44 Longitud máxima y anchura mínima de la diáfisis de la proximal falange III en mm (según Scheuer & Black 2000, por Roche & Herrmann 1970)

	femenino	
edad	**largo**	**ancho**
3	22.2	6.2
4	23.5	6.6
5	25.0	6.9
6	26.3	7.0
7	27.7	7.3
8	29.1	7.5
9	30.3	7.6
10	31.9	7.9
11	33.5	8.0
12	35.4	8.2
13	36.9	8.4

Coxal

El coxal consiste en tres huesos; ilion, isquion y pubis (ver figura 40), que se fusionan entre sí hacia los 12 años en el acetábulo. Los centros de estos huesos aparecen hacia los dos, cuatro y cinco meses respectivamente de vida fetal. La rama isquio-púbica se fusiona hacia los siete a ocho años. Hacia los 12 años, el puente cartilaginoso en el acetábulo que había mantenido separados los tres huesos, inicia su osificación, completándose hacia los 17 años. Las epífisis de la cresta ilíaca, la espina ilíaca anterior-inferior, la tuberosidad isquiática y la sínfisis del pubis, que aparecen durante la pubertad se unen entre los 16 a 24 años (Bass 1995, Steele & Bramblett 2000).

Desarrollo

fetal

meses 2-3	inicio de la osificación del ilion
meses 4-5	inicio de la osificación del isquion
meses 5-6	inicio de la osificación del pubis
meses 6-8	presencia del isquion separado
nacimiento	presencia de los tres componentes primarios
6 meses	ilion con prominencia en el acetábulo; angulación del borde superior en isquion
1 año	borde superior del ilion cuadrado; desarrollo de la espina del isquion, tubérculo del pubis y cresta
2 años	borde anterior del ilion dobla hacia anterior en plano vertical
3-4 años	definición de la articulación del ilion e isquion en el pubis
4-5 años	definición del área no-articular del acetábulo en ilion
5-6 años	definición del área no-articular del acetábulo en pubis
5-8 años	fusión de la rama isquio-púbica
9-10 años	aparición de la epífisis anterior del acetábulo

10-11 años	osificación de la epífisis posterior del acetábulo
10-13 años	aparición del centro para la espina ilíaca anterior inferior
11-15 años	fusión del acetábulo en niñas
12-14 años	aparición de la epífisis superior del acetábulo y osificación de la cresta ilíaca en niñas
13-16 años	osificación de la epífisis del isquion
14-17 años	fusión del acetábulo en niños; osificación de la cresta ilíaca en niños
15-23 años	obliteración en el borde dorsal de la sínfisis púbica con grietas
16-18 años	tuberosidad del isquion completa
17-20 años	fusión de la cresta ilíaca
19-20 años	extensión de la epífisis del isquion por medio de la rama
20 años	fusión de la espina ilíaca anterior inferior
20-23 años	unión completa de las epífisis del isquion y cresta ilíaca

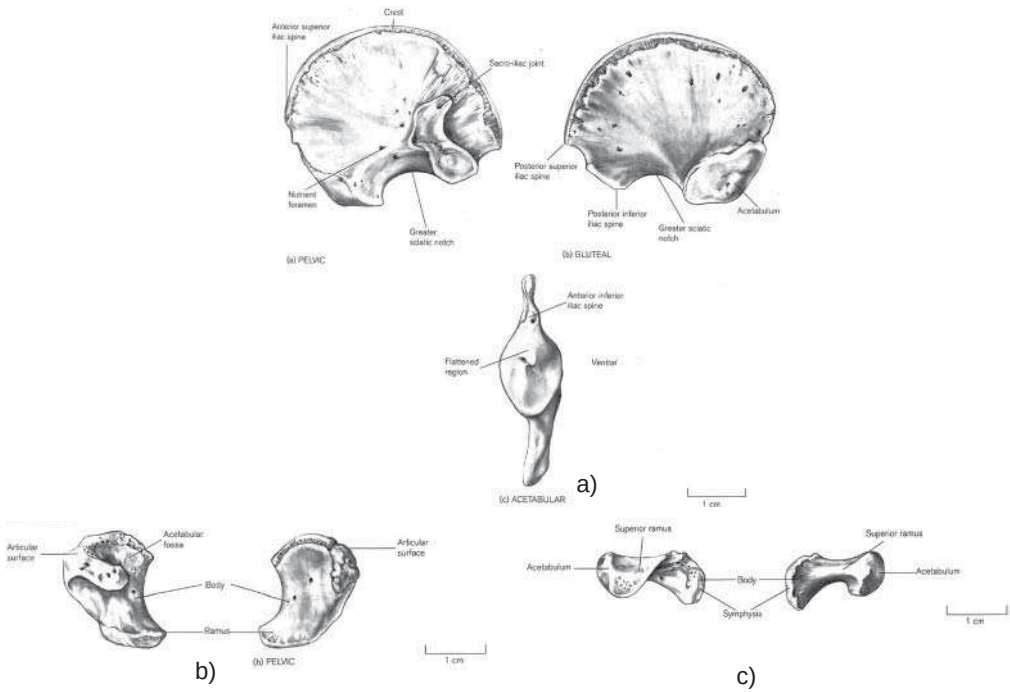


Fig. 40 Desarrollo del coxal perinatal derecho; a) ilion; b) isquion; y c) pubis (por Scheuer & Black 2000)

Sacro
El sacro posee un dibujo de osificación complejo. Osifica a partir de 35 centros (ver figura 41). Los primeros cinco segmentos sacrales tienen tres centros primarios de las vértebras típicas más dos para los elementos costales. Los segmentos cuatro y cinco no poseen estos centros costales. La osificación de los cuerpos y segmentos sacrales inicia hacia el sexto mes de la vida intrauterina; la osificación de los arcos y los elementos costales inicia entre el sexto y séptimo mes. Elementos costales, arcos transversos y cuerpos sacrales fusionan entre el segundo y séptimo año, mientras los procesos dorsales se unen al sacro entre 15 y 17 años de edad. La fusión de los centros costales en los segmentos uno a tres tiene lugar hacia la pubertad. Los anillos epifisiales de los cuerpos aparecen hacia la pubertad y se fusionan entre 18 y 25 años de edad. El proceso de fusión inicia inferior y sigue hacia superior. Los últimos signos de la unión son visibles en las articulaciones laterales entre segmento dos y tres (Steele & Bramblett 2000).

Coxis
En adultos el coxis contiene normalmente dos porciones: un segmento caudal separado y los segmentos inferiores unidos. En edades mayores, el primer elemento puede fusionarse con el sacro y eventualmente une todo el coxis. La unión del coxis con el sacro tiene lugar más frecuentemente y más temprano en varones (Steele & Bramblett 2000).

Desarrollo

fetal	
mes 3	aparición de los centros de osificación de los cuerpos del S1 y S2
mes 5	aparición de los centros para los cuerpos del S5 y arcos neurales del S4 y S5
mes 6	aparición de los centros para los elementos laterales de S1–S3
mes 8	aparición de los centros del coxis
nacimiento	todos los centros primarios presentes con la excepción de los segmentos distales del coxis
3-4 años	fusión neurocostal en S1 y S2, Co2 aparece
4-5 años	inicio de la fusión de los elementos neurocostales del S1 y S2 al centro
5-6 años	centros primarios en todos los segmentos fusionados con la excepción de la región posterior
6-8 años	inicio de fusión de la región posterior del sacro
10 años	aparición de Co3; continuación de la fusión posterior en región sacral
12 años	elementos costales inician a fusionar
pubertad	aparición de Co4 y todas las epífisis; sacro posterior completo
20 años	elementos S1 y S2 todavía no fusionados
> 25 años	sacro completo

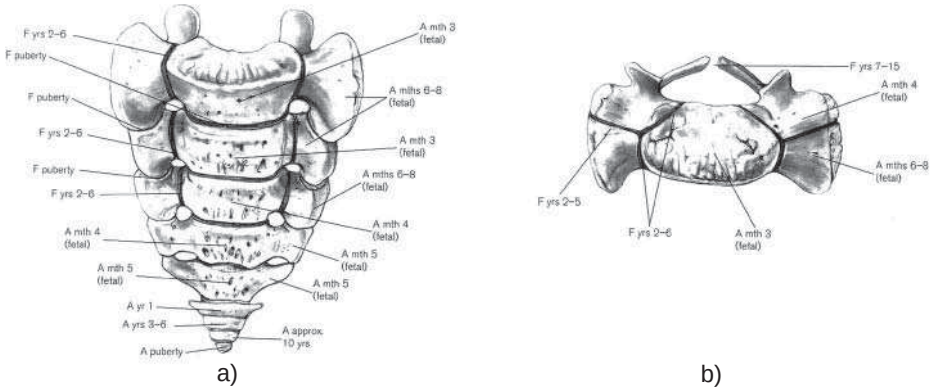


Fig. 41 Desarrollo del sacro con tiempos de aparición y fusión en a) vista anterior y b) vista superior (por Scheuer & Black 2000)

Fémur

Se osifica a partir de un centro primario en la diáfisis, que surge hacia la octava semana fetal y de cuatro centros epifisiales, tres de ellos en la parte superior y uno en la inferior. La epífisis distal es el único centro, que inicia su osificación antes del nacimiento. Su cierre empieza hacia los 14 años en niñas y se oblitera completamente hacia los 20-22 años. En la epífisis proximal, el núcleo de la cabeza aparece hacia el primer año, el trocánter mayor hacia el cuarto año y el menor entre nueve y doce años. La fusión de las mismas sigue en dirección contraria, es decir, el trocánter menor fusiona primero y todos se fusionan antes que la epífisis distal entre los 14-20 años (ver figura 42, Bass 1995, Steele & Bramblett 2000).

Desarrollo

fetal	
semanas 7-8	aparición del centro primario en diáfisis
semanas 36-40	aparición del centro secundario para epífisis distal
nacimiento	representación por diáfisis y epífisis distal
1 año	aparición del centro secundario para la cabeza
2-5 años	aparición del centro secundario para el trocánter mayor
3-4 años	presencia de epífisis de la cabeza
3-5 años	presencia de epífisis distal en forma característica
6-8 años	presencia del trocánter mayor
7-12 años	aparición del centro secundario para trocánter menor
12-16 años	fusión de la cabeza en niñas
14-19 años	fusión de la cabeza en niños
14-16 años (niñas)	fusión del trocánter mayor

16-18 años (niños)	fusión del trocánter mayor
16-17 años	fusión del trocánter menor
14-18 años (niñas)	fusión de la epífisis distal
16-20 años (niños)	fusión de la epífisis distal

Tablas 45 y 46 contienen la información morfométrica del fémur con relación a la edad ósea, tabla 47 las mediciones perinatales y tabla 48 la regresión de la edad con la longitud del fémur.

Tabla 45 Longitud en mm del fémur (según Scheuer & Black 2000, por Maresh 1970)

	masculino			femenino		
edad	**n**	**promedio**	**desviación**	**n**	**promedio**	**desviación**
1,5 meses	59	86.0	5.4	68	87.2	4.3
3 meses	59	100.7	4.8	65	100.8	3.6
6 meses	67	112.2	5.0	78	111.1	4.6
1 año	72	136.6	5.8	81	134.6	4.9
1,5 años	68	155.4	6.8	84	153.9	6.4
2 años	68	172.4	7.3	84	170.8	7.1
2,5 años	72	187.2	7.8	82	185.2	7.7
3 años	71	200.3	8.5	79	198.4	8.7
3,5 años	73	212.1	11.4	78	211.1	10.0
4 años	72	224.1	9.9	80	223.2	10.1
4,5 años	71	235.7	10.5	78	235.5	11.4
5 años	77	247.5	11.1	80	247.0	11.5
5,5 años	73	258.2	11.7	74	257.0	12.2
6 años	71	269.7	12.0	75	268.9	13.5
6,5 años	72	280.3	12.6	81	279.0	13.8
7 años	71	291.1	13.3	86	288.8	13.6
7,5 años	76	301.2	13.5	83	299.8	15.2
8 años	70	312.1	14.6	85	309.8	15.6
8,5 años	72	321.0	14.6	82	318.9	15.8
9 años	76	330.4	14.6	83	328.7	16.8
9,5 años	78	340.0	15.8	83	338.8	18.6
10 años	77	349.3	15.7	84	347.9	19.1
10,5 años	76	357.4	16.2	75	356.5	21.4
11 años	75	367.0	16.5	76	367.0	22.4
11,5 años	76	375.8	18.1	75	378.0	23.4
12 años	74	386.1	19.0	71	387.6	22.9

Tabla 46 Longitud en mm del fémur (según Scheuer & Black 2000, por Anderson et al. 1964)

	masculino			femenino		
edad	**n**	**promedio**	**desviación**	**n**	**promedio**	**desviación**
1 año	21	144.8	6.28	30	148.1	6.73
2 años	57	181.5	8.74	52	182.3	8.88
3 años	65	210.9	10.31	63	212.9	11.00
4 años	66	236.5	11.97	66	239.2	13.39
5 años	66	259.2	13.42	66	263.2	14.37
6 años	67	280.0	15.06	66	285.2	16.16
7 años	67	302.5	16.82	67	306.0	18.27
8 años	67	322.8	18.07	67	327.2	19.36
9 años	67	343.6	19.33	67	347.1	21.17
10 años	67	362.9	20.57	67	367.2	23.00
11 años	67	381.6	22.37	67	388.1	24.68
12 años	67	401.2	24.47	67	407.4	25.07
13 años	67	421.7	27.65	67	423.1	24.28
14 años	67	441.8	28.09	67	431.4	22.69
15 años	67	456.9	25.12	67	434.7	21.97
16 años	67	466.6	22.44	67	435.8	21.93
17 años	67	470.7	20.51	67	436.0	21.92
18 años	67	472.3	19.58	67	463.3	21.95

Tabla 47 Longitud (mm) y peso (g) del fémur perinatal (según Scheuer & Black 2000, por Trotter y Peterson 1969)

	longitud	**peso**
promedio	72,9	3,70

Tabla 48 Ecuación de regresión de la edad con el largo del fémur (según Scheuer & Black 2000, por Scheuer et al. 1980)

linear (semanas)=	(0,3303 x fémur) + 13,5583 ± 2,08
logarítmico (semanas) =	(19,727 $\log_e$ x fémur) – 47,1909 ± 2,04

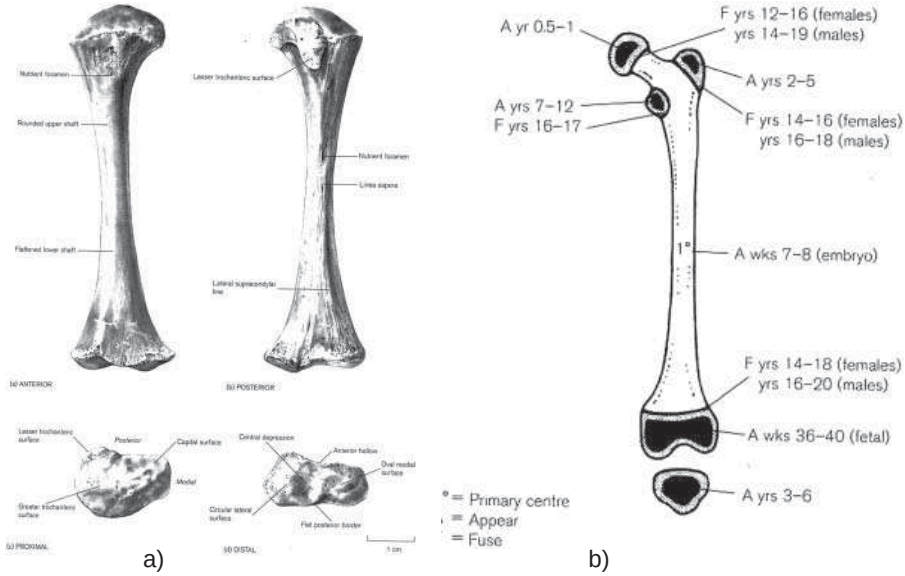


Fig. 42 Desarrollo del fémur derecho; a) fémur perinatal; b) tiempos de aparición y fusión (por Scheuer & Black 2000)

Rótula

La rótula osifica de diferentes centros hacia tres a seis años en niños y dos a cinco años en niñas. Normalmente se termina la osificación alrededor de la pubertad (Bass 1995, Steele & Bramblett 2000).

Desarrollo

2-6 años	aparición de centro de osificación en la rótula

Tibia

La tibia posee cinco centros de osificación (ver figura 43): uno para la diáfisis, dos para las epífisis distal y proximal, uno para la tuberosidad y uno para el maléolo medial. Se inicia su osificación a partir de un centro primario situado en el centro de la diáfisis que aparece hacia las siete a ocho semanas de vida intrauterina; la epífisis proximal se presenta al nacimiento iniciando su fusión alrededor de los 14 años en el sexo femenino y a los 16 a 17 años en los niños, completando su fusión hacia los 20 años. A su vez, la epífisis distal se empieza a unir a los 13 años en las niñas, finalizando la fusión entre 18 a 20 años. La tuberosidad tibial fusiona hacia los 19 años (Bass 1995, Steele & Bramblett 2000).

Desarrollo

fetal	
semana 7-8	aparición del centro primario en diáfisis
semana 36-40	aparición del centro secundario para epífisis proximal
nacimiento	representación por diáfisis y epífisis proximal
6 semanas	presencia del centro secundario para epífisis proximal
3-10 meses	aparición del centro secundario para epífisis distal
3-5 años	osificación del maléolo medial
8-13 años	osificación de la porción distal de la tuberosidad
12-14 años	unión de partes proximales y distales de la tuberosidad
14-16 años (niñas)	fusión de la epífisis distal
15-18 años (niños)	fusión de la epífisis distal
13-17 años (niñas)	fusión de la epífisis proximal
15-19 años (niños)	fusión de la epífisis proximal

Tablas 49 a 51 conllevan la información morfométrica de la tibia con relación a la edad ósea, tabla 52 las mediciones perinatales y tabla 53 la regresión de la edad con la longitud de la tibia.

Tabla 49 Longitud de la tibia en mm (según Scheuer & Black 2000, por Anderson et al. 1964)

	masculino			femenino		
edad	**n**	**promedio**	**desviación**	**n**	**promedio**	**desviación**
1 año	61	116.0	6.20	61	115.7	6.46
2 años	67	145.5	8.09	67	145.1	7.39
3 años	67	167.9	9.35	67	168.1	8.93
4 años	67	186.7	10.91	67	188.6	11.44
5 años	67	204.6	12.47	67	207.7	13.00
6 años	67	221.2	14.18	67	225.3	14.58
7 años	67	237.6	16.32	67	242.2	16.40
8 años	67	253.8	17.78	67	258.9	17.86
9 años	67	269.9	19.61	67	275.6	19.93
10 años	67	285.3	21.13	67	292.8	21.93
11 años	67	301.0	23.01	67	310.0	23.84
12 años	67	317.5	25.36	67	326.1	24.24
13 años	67	334.9	28.33	67	338.3	23.74
14 años	67	351.8	28.65	67	344.3	22.28
15 años	67	363.8	26.16	67	345.9	21.73
16 años	67	370.4	24.12	67	346.3	21.51
17 años	67	372.2	23.16	67	346.5	21.58
18 años	67	372.9	22.54	67	346.5	21.61

Tabla 50 Longitud de la tibia en mm (según Scheuer & Black 2000, por Gindhart 1970)

	masculino			femenino		
edad	**n**	**promedio**	**desviación**	**n**	**promedio**	**desviación**
1 mes	156	72.14	4,90	108	71.34	4.53
3 meses	118	84.83	4.20	98	84.95	18.14
6 meses	176	99.26	5.34	132	97.06	5.01
9 meses	116	110.06	5.02	101	109.49	17.32
1 año	155	119.57	5.81	122	117.08	5.82
1,5 años	110	135.53	6.87	90	134.24	6.98
2 años	133	150.14	7.43	108	148.08	7.49
2,5 años	92	162.74	7.53	84	163.04	19.04
3 años	130	174.15	9.31	107	173.07	9.93
3,5 años	83	183.98	9.11	85	183.73	10.47
4 años	132	194.00	10.67	115	193.68	11.25
4,5 años	85	203.59	10.29	77	203.62	11.96
5 años	125	212.37	11.66	109	213.18	12.54
5,5 años	78	221.89	11.76	71	223.62	13.85
6 años	157	232.95	13.09	118	231.15	15.16
6,5 años	98	240.88	14.19	101	241.19	16.61
7 años	150	250.42	14.26	113	250.29	16.91
7,5 años	101	258.93	15.37	101	261.01	19.31
8 años	147	268.36	15.86	109	270.47	20.15
8,5 años	97	276.88	16.16	96	278.56	20.91
9 años	144	287.97	17.43	100	290.74	21.51
9,5 años	83	295.89	16.82	83	298.97	22.07
10 años	127	305.60	18.38	98	307.98	20.06
10,5 años	12	315.92	11.67	17	310.20	22.55
11 años	98	322.21	19.18	82	323.86	19.24
11,5 años	13	327.64	12.23	10	325.62	25.59
12 años	73	336.95	19.33	55	336.24	20.26
13 años	53	358.05	27.61	42	246.45	20.21
14 años	31	372.41	27.65	33	352.67	19.93
15 años	21	386.85	45.57	20	357.75	19.63
16 años	19	402.06	28.97	23	366.63	20.67
17 años	18	411.72	27.27	15	374.21	24.50
18 años	18	404.19	23.85	11	367.05	31.48

Tabla 51 Longitud de la tibia en mm (según Scheuer & Black 2000, por Maresh 1970)

	masculino			femenino		
edad	**n**	**promedio**	**desviación**	**n**	**promedio**	**desviación**
1,5 meses	59	70.8	5.4	69	70.3	4.6
3 meses	58	81.9	5.3	65	80.8	4.6
6 meses	67	91.0	5.2	78	88.9	5.3
1 año	72	110.3	5.2	81	108.5	4.8
1,5 años	68	126.1	6.0	84	124.0	5.6
2 años	68	140.1	6.5	84	138.2	6.5
2,5 años	72	152.5	6.8	82	150.1	7.0
3 años	72	163.5	7.7	79	161.1	8.2
3,5 años	73	172.8	9.8	78	171.2	8.7
4 años	72	182.8	9.0	80	180.8	9.5
4,5 años	71	191.8	9.2	78	190.9	10.5
5 años	77	201.4	9.9	80	199.9	11.4
5,5 años	73	210.3	10.7	74	207.9	12.5
6 años	71	218.9	10.0	75	217.4	12.6
6,5 años	72	227.8	11.6	81	226.3	13.6
7 años	71	236.2	11.8	86	234.1	14.1
7,5 años	76	244.2	12.4	83	243.2	15.0
8 años	70	253.3	12.9	85	251.7	15.6
8,5 años	72	260.6	12.3	82	259.1	15.6
9 años	76	268.7	13.4	83	265.5	17.1
9,5 años	78	276.9	14.4	83	276.6	18.7
10 años	77	284.9	14.2	84	284.3	19.3
10,5 años	76	292.0	15.1	75	292.4	21.4
11 años	75	298.8	15.0	76	300.8	21.2
11,5 años	76	306.8	16.5	75	310.5	21.4
12 años	73	315.9	17.0	71	318.2	21.7

Tabla 52 Longitud (mm) y peso (g) de la tibia perinatal (según Scheuer & Black 2000, por Trotter y Peterson 1969)

	longitud	**peso**
promedio	63,9	2,33

Tabla 53 Ecuación de regresión de la edad con el largo de la tibia (según Scheuer & Black 2000, por Scheuer et al. 1980)

linear (semanas) =	(0,4207 x tibia) + 11,4724 ± 2,12
logarítmico (semanas) =	(21,207 $\log_e$ x tibia) – 50,2331± 2,11

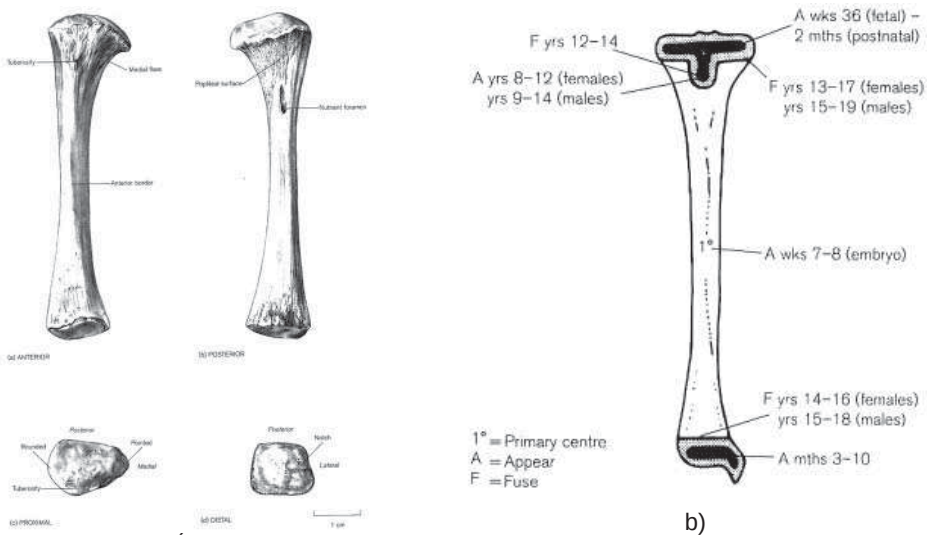


Fig. 43 Desarrollo de la tibia derecha; a) tibia perinatal; b) tiempos de aparición y fusión (por Scheuer & Black 2000)

Peroné

El peroné osifica a partir de tres centros; uno para la diáfisis y uno para cada extremo. Hacia la octava semana intrauterina aparece el centro primario de osificación en la diáfisis, en la epífisis proximal hacia el primer año y en la distal cerca de los tres años en niñas y hacia los cuatro años en niños. Estas se fusionan hacia los 14-15 años en niñas y 16-17 años en varones, y 11-12 y 14-15 años, respectivamente. La unión finaliza completamente hacia los 20-22 años (ver figura 44; Bass 1995, Steele & Bramblett 2000).

Desarrollo

fetal	
semana 8	aparición del centro primario en diáfisis
nacimiento	representado por la diáfisis
meses 9-22	aparición del centro secundario para la epífisis distal
4 años	aparición del centro secundario para la epífisis proximal en niñas
5 años	aparición del centro secundario para la epífisis proximal en niños
8 años (niñas)	osificación del proceso estiloide
11 años (niños)	osificación del proceso estiloide

12-15 años (niñas) fusión de la epífisis distal
15-18 años (niños) fusión de la epífisis distal
12-17 años (niñas) fusión de la epífisis proximal
15-20 años (niños) fusión de la epífisis proximal

Tabla 54 representa la información morfométrica del peroné con relación a la edad ósea.

Tabla 54 Longitud del peroné en mm (según Scheuer & Black 2000, por Maresh 1970)

	masculino			femenino		
edad	**n**	**promedio**	**desviación**	**n**	**promedio**	**desviación**
1,5 meses	59	68.1	5.3	69	66.8	4.4
3 meses	58	78.6	4.9	65	77.1	4.1
6 meses	67	87.2	4.8	78	84.9	5.2
1 año	72	107.1	5.5	81	105.0	5.1
1,5 años	68	123.9	6.2	84	121.3	5.9
2 años	68	138.1	6.7	84	136.0	6.8
2,5 años	72	150.7	7.1	82	147.9	7.1
3 años	72	162.1	7.7	79	159.4	7.9
3,5 años	73	171.6	9.6	78	169.6	8.3
4 años	72	181.8	8.7	80	179.5	9.1
4,5 años	71	190.8	8.8	78	189.4	10.2
5 años	77	200.4	9.6	80	198.6	11.1
5,5 años	73	209.0	10.2	74	206.5	11.7
6 años	71	217.5	9.6	75	216.0	12.2
6,5 años	72	226.0	10.5	81	224.3	13.4
7 años	71	234.2	11.3	86	232.1	13.4
7,5 años	76	242.1	11.8	83	240.8	14.5
8 años	70	251.0	12.4	85	248.8	14.8
8,5 años	72	257.7	11.8	82	256.1	15.2
9 años	76	265.6	13.0	83	263.7	16.3
9,5 años	78	273.8	13.8	83	272.2	17.6
10 años	77	281.3	13.9	84	279.4	18.3
10,5 años	76	287.8	14.6	75	287.2	20.4
11 años	75	294.9	14.6	76	294.4	19.8
11,5 años	76	301.7	16.0	75	303.8	20.7
12 años	73	310.1	16.4	71	311.1	20.8

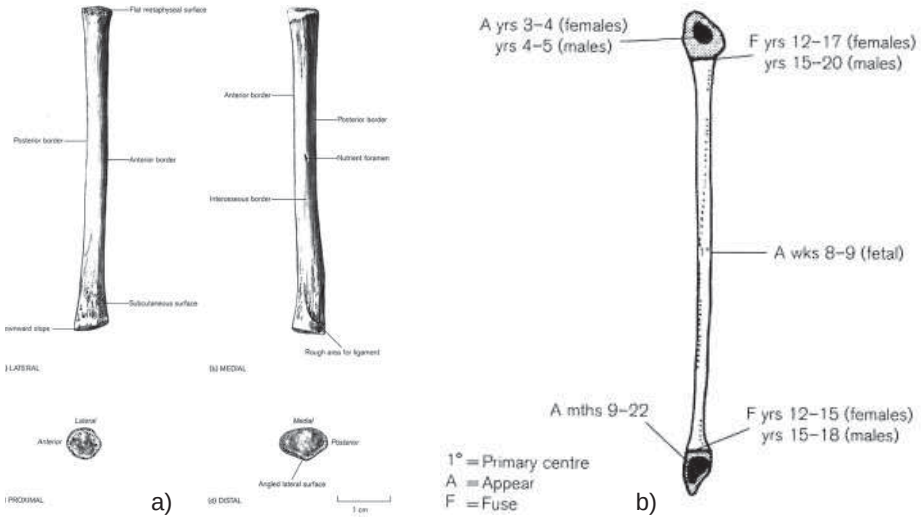


Fig. 44 Desarrollo del peroné derecho; a) peroné perinatal; b) tiempos de aparición y fusión (por Scheuer & Black 2000)

Pie

Al nacer, el pie está representada por 2 tarsos, 5 metatarsos y 14 falanges, como se observa en la figura 46.

Desarrollo (ver figuras 45, 46)

fetal

semanas 8-10	aparición de centros primarios de metatarsos II-V
semanas 9-12	aparición de centros primarios de falanges distales
semana 12	aparición de centros primarios de base del metatarso I
semanas 14-16	aparición de centros primarios de falanges proximales
semanas 16-20	aparición de centros primarios de falanges medias
meses 5-6	aparición de centro primario del calcáneo
meses 6-7	aparición de centro primario de astrágalo
nacimiento	presencia de al menos 16 centros primarios; también astrágalo y calcáneo presente
1-3 meses	aparición del centro de osificación del cuboide
3-6 meses	aparición del centro de osificación del cuneiforme lateral
9 meses (niñas)	aparición de epífisis para base del falange distal I
14 meses (niños)	aparición de epífisis para base del falange distal I
11-14 meses (niñas)	aparición de epífisis para falanges medias II-IV

14-24 meses (niños)	aparición de epífisis para falanges medias II-IV
11-20 meses (niñas)	aparición de epífisis para falanges proximales
18-28 meses (niños)	aparición de epífisis para falanges proximales
12-24 meses (niñas)	aparición del centro de osificación para cuneiforme medial
24-36 meses (niños)	aparición del centro de osificación para cuneiforme medial
18-20 meses (niñas)	aparición de epífisis para base de metatarso I
26-31 meses (niños)	aparición de epífisis para base de metatarso I
19-24 meses (niñas)	aparición de epífisis para cabeza del metatarso II
27-34 meses (niños)	aparición de epífisis para cabeza de metatarso II
24-36 meses (niñas)	aparición del centro de osificación para cuneiforme medio
36-48 meses (niños)	aparición del centro de osificación para cuneiforme medio
2 años 5 m. (niñas)	aparición de epífisis para cabeza del metatarso III
3 años 5 m. (niños)	aparición de epífisis para cabeza de metatarso III
2 años 8 m. (niñas)	aparición de epífisis para cabeza del metatarso IV
4 años (niños)	aparición de epífisis para cabeza de metatarso IV
2-3 años (niñas)	aparición del centro de osificación para navicular como epífisis para falanges distales II-IV y epífisis para la cabeza del metatarso V
4-5 años (niños)	aparición del centro de osificación para navicular como epífisis para falanges distales II-IV y epífisis para la cabeza del metatarso V
3-5 años (niñas)	navicular, cuneiforme y cabezas de metacarpos identificables
5-7 años (niños)	navicular, cuneiforme y cabezas de metacarpos identificables
5-6 años (niñas)	aparición de epífisis del calcáneo
7-8 años (niños)	aparición de epífisis del calcáneo
8 años (niñas)	aparición de epífisis del astrágalo
11 años (niños)	aparición de epífisis del astrágalo
9 años (niñas)	aparición de sesamoideo y fusión de epífisis del astrágalo
12 años (niños)	aparición de sesamoideo y fusión de epífisis del astrágalo
9-10 años (niñas)	aparición y fusión de epífisis del navicular y epífisis en base del metatarso V
12-13 años (niños)	aparición y fusión de epífisis del navicular y epífisis en base del metatarso V
10-12 años (niñas)	fusión de epífisis del calcáneo
11-14 años (niños)	fusión de epífisis del calcáneo
11-13 años (niñas)	fusión de epífisis en falanges distales, medias y cabezas de metatarsos II-V
14-16 años (niños)	fusión de epífisis en falanges distales, medias y cabezas de metatarsos II-V
13-15 años (niñas)	fusión de epífisis en falanges proximales y base de metatarso I
16-18 años (niños)	fusión de epífisis en falanges proximales y base de metatarso I
15-16 años (niñas)	fusión de epífisis en calcáneo completa
18-20 años (niños)	fusión de epífisis en calcáneo completa

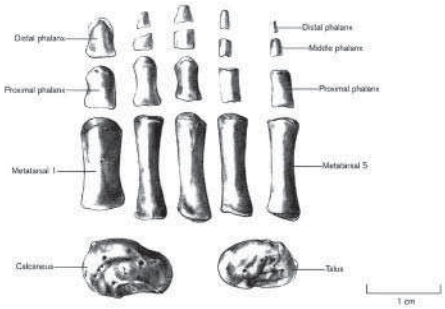


Fig. 45 Huesos del pie perinatal (por Scheuer & Black 2000)

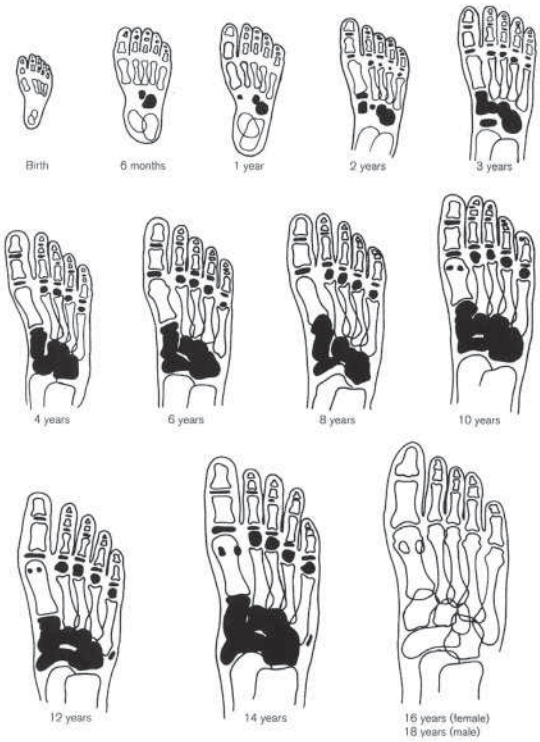


Fig. 46 Desarrollo del pie según radiografías (por Scheuer & Black 2000)

Tarsos

Todos los tarsos osifican de un centro primario. Con cinco hasta seis meses intrauterinos aparece el centro primario de osificación del calcáneo; la epífisis de la tuberosidad aparece entre cuatro y seis años en niñas y cinco y nueve años en niños. La osificación de los tarsos inicia con ocho meses intrauterinos y hacia los ocho hasta once años aparecen los centros secundarios para la osificación, que se une en los años siguientes (Steele & Bramblett 2000). Los tiempos de la aparición de las epífisis de los tarsos están presentadas en tabla 55.

Tabla 55 Edad (95. percentil en años) y aparición de las epífisis de los tarsos (según Steele & Bramblett 2000, por Garn et al. 1967)

	masculinos	femeninos
centro	**95%**	**95%**
cuboide	0,30	0,16
3. cuneiforme	1,58	1,23
1. cuneiforme	3,77	2,82
2. cuneiforme	4,21	3,00
navicular	5,40	3,58

Metatarsos

Los metatarsos poseen 2 centros de osificación; uno para el cuerpo y otro para las epífisis. En metacarpos II a V las epífisis son distales y forman la cabeza; metacarpo I posee una epífisis proximal. Los centros primarios para metacarpos II y III aparecen en la novena semana fetal, del metacarpo I en el tercer mes intrauterino, y del metacarpo IV y V en la décima semana intrauterina. La unión de los cuerpos y epífisis se realiza hacia los 16 y 18 años (Steele & Bramblett 2000). La tabla 56 muestra los edades de aparición de las epífisis en metatarsos.

Tabla 56 Edad (95. percentil en años) de la aparición de las epífisis de los metatarsos (según Steele & Bramblett 2000, por Garn et al. 1967)

	masculinos	femeninos
centro	**95%**	**95%**
metatarso I	3,12	2,23
metatarso II	4,33	3,43
metatarso III	5,00	3,68
metatarso IV	5,74	4,05
metatarso V	6,34	4,93

Falanges

También las falanges del pie osifican a partir de dos centros. Los centros del cuerpo aparecen en la décima semana fetal, las epífisis de la base después. La unión termina hacia los años 16 a 18. Tabla 57 conlleva las edades de la aparición de las epífisis de falanges (Steele & Bramblett 2000).

Tabla 57 Edad (95. percentil en años) para la aparición de las epífisis de falanges (según Steele & Bramblett 2000, por Garn et al. 1967)

	masculinos	femeninos
centro	95	95
fila distal I	2,10	1,68
fila media IV	2,88	3,00
fila media III	4,27	2,47
fila proximal III	2,52	1,88
fila proximal IV	2,65	2,06
fila proximal II	2,65	2,05
fila media II	4,05	2,24
fila proximal I	3,31	2,47
fila proximal V	3,65	2,67
fila distal V	6,30	4,07
fila distal III	6,19	4,11
fila distal IV	6,40	4,09
fila distal II	6,75	4,50

Generalmente se puede resumir, que la relación entre los datos morfométricos y la edad es mucho más estrecha en la etapa fetal (ver anexo II), cuando el crecimiento está bajo el directo control genético y la alimentación maternal funciona. Las tablas elaboradas por Fazékas & Kósa (1978) tienen su base en una serie de referencia de 138 individuos. Los investigadores tomaron en total 67 mediciones de 37 huesos distintos en base de cuales se calcula el promedio para la estimación de la edad. En la aplicación de las tablas se observó un rango de error de 2 semanas, aunque otros autores identificaron rangos más amplios en la aplicación en material histórico. Y siempre se debe que tomar en cuenta el retraso del crecimiento en material indígena, que fue documentado por varios autores (ver Ubelaker 1999).

1.5. Maduración ósea

Varias partes del esqueleto pueden utilizarse para evaluar la madurez ósea, pero por razones metodológicas, una gran cantidad de estudios se han realizado sobre la muñeca y la mano. Esta evaluación se lleva a cabo mediante la observación de placas radiográficas en referencia al atlas elaborado por Greulich & Pyle (1959). Como es obvio mencionar, Scheuer & Black (2000) postularon, que estos métodos no son aplicables en contextos osteológicos debido a que los carpos no se suelen conservar en esqueletos de edades tempranas, y si lo hacen no se presentan las interrelaciones anatómicas ´in vivo´, aunque pueden aplicarse en el caso de individuos momificados y puede ser usado en contextos forenses para la identificación.

A pesar de su no aplicabilidad en restos óseos, su metodología ha resultado en un elevado número de estudios, que han tenido en cuenta como factores la nutrición, el nivel socioeconómico y la pertenencia a un grupo geográfico o histórico. Aquellos factores afectan al desarrollo óseo. Por tanto, a través de una aproximación a estos métodos puede obtenerse información del impacto de estos factores sobre la maduración ósea.

Generalmente, la osificación se realiza más temprana en niñas que en niños, con un margen que oscila entre los dos a seis años. Dentro del mismo esqueleto algunos huesos y algunas epífisis se cierran en distintos períodos. Así, el fémur crece principalmente a expensas de la epífisis distal, mientras que la proximal es poco activa. Por el contrario, el húmero crece gracias a su extremo proximal. Los huesos del antebrazo crecen básicamente hacia la muñeca, mientras que la tibia y el peroné crecen por igual hacia la rodilla y el tobillo. Los carpos de la mano y los tarsos del pie crecen continuamente desde distal hacia proximal. La madurez biológica se alcanza inicialmente en el tobillo y en la cadera; se continúa con la rodilla y el codo y finaliza con el hombro y la muñeca. Como criterio general se aplica la observación de la osificación con resultados más confiables en adolescentes (Mays 2003).

Para dar una impresión más general de la fusión se determina la secuencia con inicio en el tobillo y la cadera, sigue por la rodilla y el codo y termina en el hombro y la muñeca (figura 47). Según Ubelaker (1999) los indicadores más preferibles son el húmero proximal, el epicóndilo medial, radio distal, cabeza del fémur, cresta ilíaca, clavícula esternal y las articulaciones laterales del sacro.

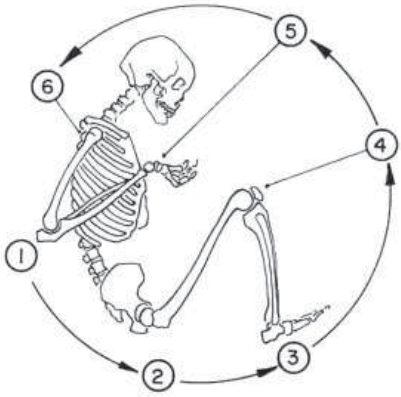


Fig. 47 Secuencia de la osificación (por Shipman et al. 1985)

En general los huesos desarrollan de varios centros de osificación. Con el nacimiento se cuenta con 450 de estos centros mientras en el estado adulto se observa normalmente 206 huesos (Bass 1995). Típicamente, los huesos poseen tres centros;

un centro primario (diáfisis) y dos centros secundarios (epífisis), aunque se detecta en el fémur cuatro centros (adicionalmente los trocánter), en las vértebras cinco (dos anillos del cuerpo, uno en cada proceso transverso y otro del proceso espinoso) o en los metacarpos y tarsos solo uno en el extremo proximal. Todo el proceso de la osificación, es decir la remodelación del cartílago en material óseo dura entre dos y cinco años, y normalmente se observa una línea de fusión que desaparece en adultos por la remodelación del material óseo.

Las disfunciones del crecimiento más conocidas que están determinadas por hormonas son el enanismo o acondroplasia, el gigantismo y acromegalia.

Varios estudios se han centrado en el efecto de la malnutrición sobre la madurez ósea. Como evidenciaron varias investigaciones, se puede afirmar que asociado a la malnutrición existe un retraso en la maduración ósea (Newman & Collagos 1957; Chávez et al. 1964), evaluada por medio del conteo del número de centros de osificación presentes y otros métodos. En dichos estudios se observa, que la maduración ósea se ve menos afectada que los parámetros somáticos del crecimiento (peso, talla), aunque se anotan diferencias significativas. Mays (2003) subrayó que la malnutrición resulta en un retraso de la osificación.

Para el caso concreto de Guatemala cabe destacar algunas investigaciones. Blanco et al. (1972) encontraron, que los niños con peores condiciones de nutrición tenían un menor número de centros de osificación presentes en comparación con los niños en buen estado nutricional. Martorell et al. (1979) determinaron, que los niños con un suplemento calórico diario presentaban un avance en la maduración ósea. Bogin et al. (1989) también identificaron retrasos en la maduración ósea de menor magnitud que en los parámetros de crecimiento. En la aplicación del estándar del atlas (Greulich & Pyle 1959), Blanco et al. (1972) encontraron retrasos en la madurez de muestras guatemaltecas, específicamente para niños de 10,4-16,3 meses y para niñas de 8,8-11,9 meses.

Sin embargo, estos estudios llaman la atención y provocan cierta precaución en la aplicación de los pocos estándares disponibles para el cierre de epífisis, si se toma en cuenta las condiciones adversas bajo las que se desarrolla la población infantil en Guatemala. Dichas condiciones no favorables provocan un retraso en la maduración ósea.

Estudios realizados en una muestra multiétnica y de distintas edades de norteamericanos contemporáneos sugieren nuevos estándares para estimar la edad del cierre epifisial (figura 48, Moore-Jansen & Jantz 1989). Este método de observación es fácil de aplicar, minimizando los errores entre varios investigadores (“inter-observer-error”).

Los estados del cierre epifisial utilizados en esta observación son los siguientes:

Fase 1: Abierto (sin unión); las superficies de la metáfisis están altamente vascularizadas y por tanto, su aspecto es rugoso, granular, estriado, con aristas y nódulos

Fase 2: Unión parcial; se inicia la osificación de las epífisis con las metáfisis del hueso; parte de la metáfisis está unida y otra porción separada

Fase 3: Unión completa; relleno completo o casi total de la metáfisis, con la superficiedel hueso suave, finamente granular

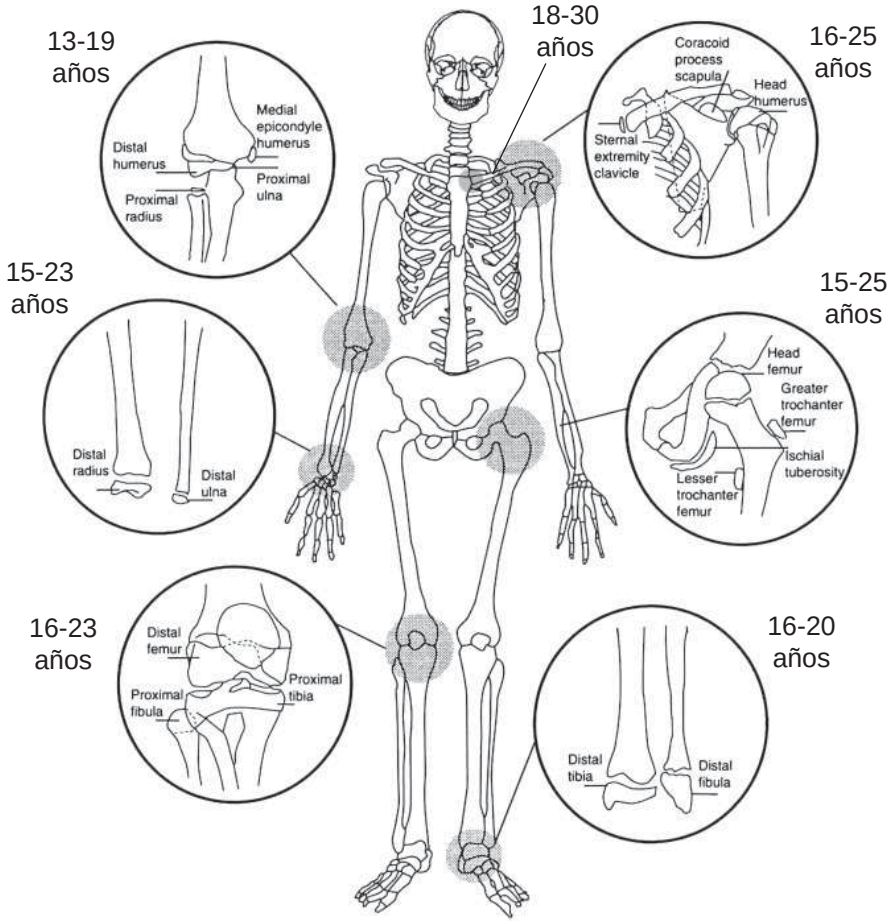


Fig. 48 Esquema del cierre epifisial (modificado, según Buikstra et al. 1994)

Estudios realizados recientemente por Suchey y colaboradores (1984) y Webb & Suchey (1985) con base en una muestra multiétnica y de distintas edades de norteamericanos contemporáneos (605 hombres y 254 mujeres) sugieren también estándares para estimar la edad del cierre epifisial en la clavícula y la cresta ilíaca (ver tabla 56). Los estados del cierre epifisial utilizados en la observación son iguales a los anteriormente mencionados.

Tabla 58 Estimación de la edad en base de la osificación de los fines esternales de la clavícula y la cresta ilíaca (según Owings 1981, Webb & Suchey 1985)

	clavícula		**cresta ilíaca**	
fusión	**varones**	**mujeres**	**varones**	**mujeres**
no fusionado	< 25	< 23	< 19	< 15
fusión parcial	17 – 30	16 – 33	14 – 23	14 – 23
fusión completa	> 21	> 20	> 17	> 18

Informaciones específicas sobre la osificación del sacro resultaron del análisis publicado por McKern. Los tiempos de la fusión de las epífisis están documentados en la tabla 59.

Tabla 59 Fusión del sacro (según Steele & Bramblett 2000)

epífisis	**inicio**	**completo**
S1 – S2	16	30 - 32
S2 – S3	16 -17	23 - 24
S3 – S4	16 - 17	22 - 23
S4 – S5	16 - 17	22 - 23
anillo superior	16	22 - 23
articulación lateral	17	21 - 22
auricular	17	21 - 22

Stewart (1979) propuso para la determinación de la edad fundamentada en el cierre epifisial, analizar las epífisis del húmero proximal, epicóndilo medial, radio distal, cabeza femoral, fémur distal, cresta ilíaca, clavícula medial, ¾ articulación del sacro y las articulaciones laterales del sacro. Con base en estos elementos se observa el estado de la fusión: 1 = no unión; 2 = ¼ unión; 3 = ½ unión; 4 = ¾ unión; 5 = unión completa.

La adición de los valores observados se utiliza para la calculación de la edad según las siguiente fórmulas:

suma de valores $\sum$v 18-36: edad = 0,0758 x $\sum$v + 16.6146
suma de valores $\sum$v 38-46: edad = 0,5617 x $\sum$v + 2,1995

La tabla 60 contiene las edades de la osificación establecidas por Krogman & Iscan (1986) y Knussmann (1988) entre otros.

Tabla 60 Obliteración de los centros secundarios de osificación (según Knussmann 1988, Owings Webb & Suchey 1985, Krogman & Iscan 1965)

		Krogman & Iscan	Knussmann	
hueso	**centro de osificación**	**rango de edad**	**varones**	**mujeres**
omóplato	acromion	18,0-19,0	16-22	16-22
	margen vertebral	20,0-21,0	20-24	19-21
	ángulo inferior	20,0-21,0	20-24	19-21
clavícula	terminación esternal	25,0-28,0	22-24	21-23
	terminación acromial	19,0-20,0	-	-
húmero	cabeza	19,5-20,5	20-25	18-22
	epífisis distal	14,0-15,0	14-18	14-17
	epicóndilo medial	15,0-16,0	-	-
radio	epífisis proximal	14,5-15,5	14-18	14-17
	epífisis distal	18,0-19,0	17-20	16-19
cúbito	epífisis proximal	14,5-15,5	14-18	14-17
	epífisis distal	18,0-19,0	17-20	16-19
mano	metacarpos	15,5-16,5	17-22	16-21
	falange I	15,0-16,0	-	-
	falange II	15,0-16,0	-	-
	falange III	14,5-15,5	-	-
pelvis	elementos primarios	13,0-15,0	15-18	15-18
	cresta ilíaca	18,0-19,0	21-24	21-24
	tuberosidad isquion	19,0-20,0	21-24	17-20
fémur	cabeza	17,0-18,0	18-21	15-19
	trocánter mayor	17,0-18,0	18-21	15-19
	trocánter menor	17,0-18,0	-	-
	epífisis distal	17,5-18,5	17-20	15-19
tibia	epífisis proximal	17,5-18,5	17-20	15-19
	epífisis distal	15,5-16,5	17-19	15-18
peroné	epífisis proximal	17,5-18,5	17-20	15-19
	epífisis distal	15,5-16,5	17-19	15-18
calcáneo		14,5-15,5	16-22	13-20
pie	metatarsianos	15,0-16,0	16-22	13-20
	falange I	14,5-15,5	-	-
	falange II	14,0-15,0	-	-
	falange III	14,0-15,0	-	-

En conclusión se puede subrayar, que la determinación de la edad con base en la osificación posee varias dificultades en la aplicación en casos forenses. Primero, la osificación en jovencitas tiene lugar uno o dos años más adelante que en jóvenes varones. Segundo, faltan muestras de la edad de adolescentes en las poblaciones de referencia, porque se observa en esta etapa mortalidad baja. Tercero, no se detectan siempre todas las epífisis en excavaciones arqueo-antropológicas, un problema técnico durante la excavación. Finalmente se debe tomar en cuenta el retraso en poblaciones que sufren malnutrición; la aplicación de los estándares resulta lógicamente en la subestimación de la edad en aquellos especímenes (Mays 2003, Saunders 1992, Ubelaker 1999).

1.6. Edad morfométrica

La aplicación de la edad morfométrica como único criterio para la estimación de la edad no es recomendable por varias razones. Mientras en la etapa fetal la correlación entre edad y longitud de los huesos largos es estrecha, la predicción pierde peso con el tiempo ocurrido. Las razones son, por un lado las diferencias entre sexos y poblaciones, y por el otro, por las diferentes situaciones del medioambiente y de la nutrición, que afectan al desarrollo óseo. Además, el método sufre un problema de la trascripción; es decir, que las edades establecidas por este método son vinculadas y adaptadas a través de la estimación de la edad dental (ver capítulo 1.3.), establecido por los métodos de la mineralización y desarrollo que por sí mismos no reflejan necesariamente la edad real (Mays 2003, Schwartz 1995, Ubelaker 1999). Tabla 61 muestra datos de referencia histórica europea documentado por Stloukal & Hanakova (1978), y la tabla 62 contiene datos de Ubelaker con base en una muestra indígena norteamericana.

Tabla 61 Mediciones en mm de los huesos largos en correlación de estimación de edad (según Herrmann et al. 1990)

edad	húmero	radio	cúbito	fémur	tibia
- 6 meses	78-97	63-75	72-80	95-122	84-93
- 12 meses	89-106	68-85	79-86	109-135	93-105
- 18 meses	98-118	75-90	85-95	122-152	102-120
- 24 meses	106-129	80-96	93-102	135-166	109-131
- 30 meses	113-138	86-103	98-110	143-182	117-144
- 3 años	120-147	93-110	104-117	156-196	127-156
- 4 años	128-159	98-120	111-129	169-213	136-171
- 5 años	136-170	105-130	118-139	183-230	146-184
- 6 años	147-181	114-140	125-152	198-246	158-201
- 7 años	157-192	121-152	134-164	214-263	168-216
- 8 años	169-201	130-160	145-174	228-278	180-227
- 9 años	178-210	139-163	154-178	241-290	191-235
- 10 años	186-218	149-168	163-186	254-305	202-246
- 11 años	196-224	156-175	169-193	265-323	212-259
- 12 años	202-234	160-179	173-198	279-337	218-268
- 13 años	211-247	165-188	178-208	286-358	227-283
- 14 años	210-257	160-200	183-221	296-382	235-301

Tabla 62 Correlación entre edad cronológica y mediciones óseas (según Ubelaker 1999)

años	húmero	radio	cúbito	fémur	tibia	peroné	ilion
> 0,5	63,5-89,0	49,0-73,7	60,0-82,5	62,5-106,0	59,5-94,0	60,0-88,0	32,5-44,5
0,5-1,5	84,0-119,0	67,0-92,0	74,5-103,0	92,5-161,0	81,0-131,5	75,0-122,0	46,0-65,0
1,5 – 2,5	121,0-138,0	84,0-104,0	94,0-116,0	141,0-186,0	125,0-151,0	111,5-142,5	60,0-74,5
2,5 – 3,5	118,0-157,0	93,5-119,0	100,0-129,5	155,0-215,0	127,0-184,0	124,0-182,0	64,0-82,0
3,5 – 4,5	154,0-159,0	116,0-120,5	126,5-133,0	208,0-218,0	165,0-176,0	163,0-174,0	79,0-81,5
4,5 – 5,5	161,0-179,5	125,0-132,5	140,0-145,5	225,0-243,0	181,0-201,5	178,0-193,5	69,0-89,0
5,5 – 6,5	172,5-192,0	134,5-149,0	145,0-166,0	236,0-277,0	191,0-222,0	188,0-201,0	90,5-96,0
6,5 – 7,5	187,5-204,0	146,0-153,0	161,0-175,0	252,0-274,0	212,0-229,5	209,0-227,0	95,0-98,5
|7,5 – 8,5	206,5-217,0	-	176,0-184,0	285,0-300,5	227,0-258,0	-	105,0-112,0
8,5 – 9,5	-	-	-	-	-	-	-
9,5 – 10,5	225,0-235,0	178,0-196,0	19,5-213,0	320,0-322,0	261,5-284,5	255,0-275,5	117,0-122,0
10,5 – 11,5	-	-	-	-	-	-	-
11,5 – 12,5	251,0-258,0	169,5-200,0	216,0-219,0	339,0-350,0	279,5-296,0	273,0-292,0	114,0-126,0
12,5 – 13,5	-	-	-	-	-	-	129,5-148,0
13,5 – 14,5	-	-	-	-	-	-	-
14,5 – 15,5	-	-	-	345,0-368,0	294,0-319,0	287,0-310,0	123,0-131,0

La aplicación de ambas tablas en la muestra indígena guatemalteca mostró resultados más confiables que los datos de referencia presentados anteriormente de Scheuer & Black.

1.7. Reconstrucción de la estatura subadulta

La estimación de la estatura en individuos inmaduros se complica por la ausencia de las epífisis y por tanto, por la dificultad en la medición del hueso total. Este problema se puede obviar si se le añaden las alturas de las epífisis distal y proximal a la longitud de la diáfisis. En el húmero, la epífisis proximal equivale a un 13-22% del total del hueso; en la tibia la epífisis proximal varía entre 2,4 - 3,9% y la distal entre 1,8 - 2,9% (Krogman & Iscan 1986). Uno de los estudios más completos concernientes a la reconstrucción de la estatura en intrauterinos fue elaborado por Fazékas y Kósa, quienes propusieron varias fórmulas de regresión a partir de la longitud diafisial de los huesos:

La reconstrucción de la estatura infantil o fetal (ver anexo III) incide en la tasa de crecimiento desigual en los primeros años de vida, lo que a su vez modifica los resultados, particularmente de las etapas iniciales:

- Infancia temprana (nacimiento hasta los 6 años); en el primer año se presenta un crecimiento muy rápido que se desacelera gradualmente
- Infancia media (6-10 años); crecimiento lento y uniforme
- Infancia tardía (10-15 años en niñas; 10-16 años en niños); crecimiento puberal muy rápido
- Crecimiento infradulto (hasta los 21 años); se caracteriza por cuanto a esta edad se obtiene el 95% de la estatura adulta

Una de las pocas investigaciones sobre la estatura infantil esta presentada por Telkkae et al. (1962). Tabla 63 contiene las fórmulas al respecto.

Tabla 63 Fórmulas para la reconstrucción de la talla por Herrmann et al. (1990)

	< 1 año	1 – 9 años	10 – 15 años
masculino	7,5 + 157,6 ln (1+H/20) +/- 2,5	28,0 + 4,41 H +/- 3,0	16,5 + 4,91 H +/- 4,2
	2,5 + 211,2 ln (1+R/20) +/- 3,1	23,0 + 6,38 R +/- 3,3	30,5 + 5,96 R +/- 4,6
	17,4 + 197,6 ln (1+F/40) +/- 3,1	34,1 + 321 ln(1+ F/100) +/- 4,1	10,0 + 3,73 F +/- 5,3
	17,3 + 238,0 ln (1+ T/40) +/- 3,8	38,1 + 3,43 T +/- 3,3	44,0 + 3,35 T +/- 4,7
femenino	6,6 + 158,0 ln (1+H/20) +/- 3,1	30,5 + 4,26 H +/- 4,9	36,9 + 4,11 H +/- 5,7
	7,5 + 196,2 ln (1+R/20) +/- 3,8	25,4 + 6,33 R +/- 3,5	35,3 + 5,85 R +/- 4,7
	13,9 + 203,6 ln (1+F/40) +/- 2,7	31,7 + 329 ln(1+ F/100) +/- 4,1	33,5 + 3,12 F +/- 5,3
	14,2 + 245,6 ln (1+ T/40) +/- 2,7	39,4 + 3,34 T +/- 5,2	58,7 + 2,90 T +/- 6,8

Bibliografía

Anderson DL, Thompson GW & F Popovitch (1976) Age of attainment of mineralisation stages of permanent dentition. Journal of Forensic Sciences 21: 191-200

Anderson M, Messner MB & WT Green (1964) Distribution of lengths of the normal femur and tibia from one to eighteen years of age. Journal of Bone and Joint Surgery 46a: 1197-1202

Bass WM (1995) Human osteology. A laboratory and field manual. 4ta edición. Special publication no. 2 of the Missouri Archaeological Society, Columbia

Black SM & Scheuer JL (1996) Age changes in the clavicle: from the early neonatal period to skeletal maturity. International Journal of Osteoarchaeology 6: 425-434

Blanco RA, Acheson RM, Canosa C & JB Solomon (1972) Retardation in appearance of ossification centers in deprived Guatemalan children. Human Biology 44: 525-536

Bogin B, Wall M & R MacVean (1992) Longitudinal analysis of adolescent growth of ladino and Mayan school children in Guatemala: Effects of environment and sex. American Journal of Physical Anthropology 89: 447-457

Boucher BJ (1957) Sex differences in the fetal pelvis. American Journal of Physical Anthropology 48: 77-82

Chávez AP, Hidalgo C & A Pitol (1964) Maduración ósea en dos grupos de niños con diferente estado de nutrición. Salud Pública México 6: 705-717

Comisión para el Esclarecimiento Histórico (CEH 1999) Guatemala. Memoria del silencio. Informe de la Comisión para el Esclarecimiento Histórico de las Naciones Unidas. 12 tomos, Guatemala

Dahlberg A & RM Menegaz-Bock (1958) Emergence of permanent teeth in Pina Indian Children. Journal of Dental Research 37: 1123-1140

Demirjian A & GY Levesque (1980) Sexual differences in dental development and prediction of emergence. Journal of dental research 59: 1110-1122

Demirjian A & H Goldstein (1976) New systems for dental maturity based on seven and four teeth. Annals of Human Biology 3: 411-421

Demirjian A (1978) Dentition. En Falkner F & JM Tanner (eds) Human growth. Vol. 2, Plenum Press, London, 413-444

Demirjian A, Goldstein H & JM Tanner (1973) A new system for dental age assessment. Human Biology 45: 211-227

El-Nofely A & MY Iscan (1989) Assessment of age from the dentition in children. En Iscan MY (ed) Age Markers in the Human Skeleton. Springfield, Illinois: CC. Thomas, Pub., 237-254

Fanning EA & T Brown (1971) Primary and permanent tooth development. Australian Dental Journal 16: 41-43

Fazékas G & F Kósa (1978) Forensic fetal osteology. Akademiai Kiado, Budapest

Feldesman MR (1992) Femur / Stature ratio and estimates of stature n children. American Journal of Physical Anthropology 87: 447-459

Ferembach D, Schwidetzky I & M Stloukal M (1980) Recommendations for age and sex diagnoses of skeletons. Journal of human evolution 9: 517-549

Garn SM, Rohman CG & FN Silverman (1967) Radiographic standard for postnatal osification and tooth calcification. Medical Radiography and Photography 43(2): 45-66

Ghantus MK (1951) Growth of the shaft of the human radius and ulna during the first two years of life. American Journal of Roentgenology 65: 784-786

Gindhart PS (1973) Growth standards for the tibia and radius in children aged one month through eighteen years. American Journal of Physical Anthropology 39: 41-48

Greulich WW & SI Pyle (1959) Radiographic atlas of skeletal development of the hand and wrist. Standford University Press, Standford CA

Gustafson G & G Koch (1974) Age estimation up to 16 years of age based on dental development. Odontologisj Revy 25: 297-306

Haavikko K (1970) The formation and the alveolar and clinical eruption of permanent teeth. Proceeding of the Finnish Dental Society 66: 101-170

Hernández M, Sánchez E, Sobradillo B & JM Rincón (1991) Maduración ósea y predicción de talla. Atlas y métodos numéricos. Ediciones Díaz de Santos S.A., Madrid

Herrmann B et al. (1990) Prähistorische Anthropologie. Leitfaden der Feld- und Labormethoden. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York

Hillson S (2002) Dental Anthropology. 3rd edition, Cambridge University Press, Cambridge

Hoffman JM (1979) Age estimations from diaphyseal lengths: Two months or 12 years. Journal of Forensic Sciences 24: 461-469

Hunt EE & I Gleiser (1955) The estimation of age and sex pf preadolescent chilren from bones and teeth. American Journal of Physical Anthropology 13: 479-487

Iscan MY (ed 1989) Age Markers in the Human Skeleton. Springfield, Illinois: CC. Thomas, Pub.

Jeanty P (1983) Fetal limb biometry (letter). Radiology 147: 601-602

Johnston FE & LO Zimmer (1989) Assessment of growth and age in the immature skeleton. En Iscan MY & KAR Kennedy (eds) Reconstruction of life from the skeleton. Alan R. Liss, New York, 11-22

Kimura K (1976) Growth of the second metacarpal according to chronological age and skeleton maturation. Anatomical Record 184: 147-158

Kósa F (1989) Age estimation from the fetal skeleton. En Iscan MY (ed) Age Markers in the Human Skeleton. Springfield, Illinois: CC. Thomas, Pub, 21-54

Kósa F (1998) Die Knochen des Feten und Neugeborenen. En Leopold D (ed) Identifikation unbekannter Toter. Interdisziplinäre Methodik, forensische Osteologie. Schmidt-Roemhild, Luebeck, 503-555

Krogman WM & MY Iscan (1986) The human skeleton in forensic medicine. Springfield, Illinois. CC. Thomas Pub.

Kronfeld R & I Schour (1939) Neonatal dental hypoplasia. Journal of the American Dental Association 26: 18-32

Lang J (1989) Clinical anatomy of the nose, nasal cavity and paranasal sinuses. Thieme, New York

Lewis M (2000) Non-adult palaeopathology: Current status and future potential. En M Cox & S Mays (eds) Human Osteology in archeological and forensic science. Greenwich Medical Media Ltd. London, 39-57

Liversage HM (1994) Accuracy of age estimation from developing teeth of a population of known age (0-5,4 years). International Journal of Osteoarchaeology 4:37-45

Liversidge HM, Herdeg B & FW Rösing (1998) Dental age estimation of non-adults. A review of methods and principles. En Alt KW, Teschler-Nicola, M & FW Rösing (eds) Dental anthropology. Springer Verlag, Berlin, 419-442

Logan WHG & R Kronfeld (1933) Development of the human jaw and surrounding structures from birth to the age of fifteen years. Journal of the American Dental Association 20: 379-427

Lunt RC & DB Law (1974) A review of the chronology of calcification of decidous teeth. Journal of the American Dental Association 89: 599-606

Lysell L, Magnuson B & B Thilander (1962) Time and order of eruption of the primary teeth: a longitudinal study. Odontologisk Revy 13: 217-234

Maresh MM (1970) Measurements from roentgenograms. En RW McCammon (ed) Growth and development. CC Thomas Publisher, Springfield, Illinois, 157-200

Mays S (2003) The archaeology of human bones. Routledge, London, New York

Mincer HH, Harris EF & HE Berryman (1993) The A.B.F.O. study of third molar development and its use as an estimator of chronological age. Journal of Forensic Sciences 38: 379-390

Mittler DM & SG Sheridan (1992) Sex determnation in subadults using auricular surface morphology: A forensic science perspective. Journal of Forensic Sciences 37: 1068-1075

Moorrees CFA, EA Fanning & EE Hunt (1963a) Formation and resorption of three deciduous teeth in children. American Journal of Physical Anthropology 21: 205-213

Moorrees CFA, EA Fanning & EE Hunt (1963b) Age variation of formation stages for ten permant teeth. Journal of Dental Research 42: 1490-1502

Newmann MT & C Collagos (1957) Growth and skeletal maturation in malnourished Indian boys from the Peruvian sierra (resumen). American Journal of Physical Anthropology 15: 431

Oficina de Derechos Humanos del Arzobispado de Guatemala (ODHAG 1998) Guatemala: Nunca más. Informe Proyecto Interdiocesano de Recuperación de la Memoria Histórica (REMHI), 4 tomos, Guatemala

Owings Webb PA & J Myers Suchey (1985) Epiphyseal union of the anterior iliac crest and medial clavicle in a modern multiracial sample of american whites. American Journal of Physical Anthropology 68: 457-466

Perzigian AJ & PN Jolly (1984) Skeletal and dental identification of an adolescent female. En TA Rathburn & JE Buikstra (eds) Human identification. Case studies in forensic anthropology. CC Thomas Publishers, Springfield, Illinois, 244-255

Plato CC, Greulich WW, Garruto RM & R Yanagihara (1984) Cortical bone loss and measurements of the second metacarpal bone. II. Hypodense bone in post-war Guamanian children. American Journal of Physical Anthropology 63 : 57-63

Reichs KJ (1998) A multimedia tool for the assessment of age in immature remains: The electronic encyclopedia for maxillo-facial, dental and skeletal development. En Reichs KJ (ed) Forensic osteology. Advances in identification of human remains. CC Thomas Publisher, Springfield, Illinois 253-275

Roche AF & RF Hermann (1970) Rates of change in width and length-width ratios of diafyses of the hand. American Journal of Physical Anthropology 32: 89-96

Rodríguez Cuenca JV (2004) La antropología forense en la identificación humana. Universidad Nacional de Colombia. Bogota

Saunders S (1992) Subadult skeletons and growth related studies. En Saunders S & MA Katzenberg (eds) Skeletal biology of past peoples: Research methods. Wiley-Liss, New York, 1-20

Saunders SR (2000) Subadult skeletons and growth-related studies. En MA Katzenberg & SR Saunders (eds) Biological anthropology of the human skeleton. Wiley-Liss, New York, Chichester, 135-162

Saunders S, Hoppa R & Southern R (1993) Diaphyseal growth in a nineteenth-century skeletal sample of subadults from St. Thomas' Church, Belleville, Ontario. International Journal of Osteoarchaeology 3: 265-281

Scheuer L & S Black (2000a) Developmental juvenile osteology. Academic Press, San Diego, New York, Tokyo

Scheuer L & S Black (2000b) Development and ageing of the juvenile skeleton. En M Cox & S Mays (eds) Human Osteology in archeological and forensic science. Greenwich Medical Media Ltd. London, 9-22

Scheuer L & SM MacLaughlin-Black (1994) Age estimation from the pars basilaris of the fetal juvenile occipital bone. International Journal of Osteoarchaeology 4: 377-380

Schour I & M Massler (1941) The development of the human dentition. Journal of the American Dental Association 28: 1153-1160

Schutkowski H (1990) Zur Geschlechtsdiagnose von Kinderskeletten. Morphognostische, metrische und diskriminanzanalytische Untersuchungen. Dissertation, Göttingen

Schutkowski H (1993) Sex determination of infant and juvenile Skeletons. I. Morphognostic features. Amer. Jour. Physical Anthrop. 90(2): 199-206.

Schwartz JH (1995) Skeleton keys. An introduction to human skeletal morphology, development, and analysis. Oxford University Press, New York

Shipman P, Walker A & D Bichell (1985) The human skeleton. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts

Smith BH (1991) Standards of human tooth formation and dental age assessment. En Kelley MA & Larsen CS (eds) Advances in dental anthropology, New York, Wiley-Liss, Inc. pp 143-168.

Snow CC & JL Luke (1984) The Oklahoma city child disappearences: Forensic anthropology in the identification of skeltal remains. En TA Rathburn & JE Buikstra (eds) Human identification. Case studies in forensic anthropology. CC Thomas Publishers, Springfield, Illinois, 253 - 277

Steele DG & CA Bramblett (2000) The anatomy and biology of the human skeleton. Texas A&M University Press

Steggerda M & TJ Hill (1942) Eruption time of teeth among whites, negroes, and indians. American Journal of Orthodontics and Oral Surgery 28: 361-370

Stloukal M & H Hanakova (1978) Die Länge der Längsknochen altslawischer Bevölkerungen unter besonderer Berücksichtigung von Wachstumsfragen. Homo 29: 53-69

Sunderland EP, Smith CJ & R Sunderland (1987) A histological study of the chronology of initial mineralization in the human deciduos dentition. Archives of Oral Biology 32: 167-174

Szilvassy J (1978) Eine Methode zur Altersbestimmung mit Hilfe der sternalen Gelenkflächen der Schlüsselbeine. Mitteilungen der Anthropologischen Gesellschaft Wien 108: 166-168

Szilvassy J (1988) Altersdiagnose am Skelett. En R Knussmann (ed) Anthropologie. Handbuch der vergleichenden Biologie de Menschen Band I/1. G. Fischer, Stuttgart, New York, 421-443

Telkkae A, Palkama A & P Virtama (1962) Prediction of stature from radiographs of long bones in children. Journal of Forensic Science 7: 474 – 479

Telkkea (1950) On the prediction of human stature from the long bones. Acta Anatomica 9: 103-117

Ubelaker D (1989) The estimation of age at death from immature human bone. En Iscan MY (ed) Age Markers in the human skeleton. CC. Thomas Pub., Springfield, Illinois, 55-70

Ubelaker DH (1999) Human skeletal remains. Excavation, analysis, interpretation. 3rd edición. Manuals on Archaeology 2. Taraxacun, Washington

Vallois HV (1946) L'omoplate humaine. Bulletin de la Societé d'Antropologie de Paris 7: 16-99

Weaver DS (1980) Sex differences in the ilia of a known sex and age sample of fetal and infant skeletons. American Journal of Physcal Anthropology 52: 191-195

Weaver DS (1998) Forensic aspects of fetal an neonatal skeletons. En Reichs KJ (ed) Forensic osteology. Advances in identification of human remains. CC Thomas Publisher, Springfield, Illinois, 187-202

White TD (2000) Human osteology. 2nd ed. Academic Press, San Diego, New York, Tokyo

Young RW (1957) Postnatal growth of the frontal and parietal bone in white males. American Journal of Physical Anthropology 15: 367-386

Anexo I
Meidicones craneales y la determinación de la edad en fetos

Tabla 1 Dimensiones del frontal fetal en mm (según Scheuer & Black 2000, por Fazékas & Kósa 1978)

	altura		anchura	
semanas	**cuerda**	**arco**	**cuerda**	**arco**
12	7,0	7,0	11,5	11,5
14	10,1	10,1	13,8	13,8
16	21,5	21,6	17,9	18,8
18	24,5	26,5	21,3	23,2
20	28,7	30,3	24,4	26,3
22	30,5	31,8	26,1	27,5
24	32,8	36,4	29,1	32,6
26	35,0	40,0	31,0	33,7
28	37,8	42,9	33,0	37,4
30	40,8	46,5	34,6	38,5
32	43,7	49,6	37,8	41,2
34	46,9	54,0	39,7	45,0
36	50,4	58,0	41,3	49,2
38	53,1	61,8	43,6	52,0
40	54,8	64,5	45,2	54,1

Largo: medio del borde superior de la órbita al punto superior en nivel de la eminencia frontal
Ancho: anchura perpendicular al largo, a nivel de la eminencia frontal

Tabla 2 Dimensiones del parietal fetal en mm (según Scheuer & Black 2000, por Fazékas & Kósa 1978)

	altura		anchura	
semanas	**cuerda**	**arco**	**cuerda**	**arco**
12	10,0	10,0	14,0	14,0
14	12,3	12,3	16,0	16,0
16	22,1	26,1	25,3	26,7
18	28,4	31,6	30,7	32,6
20	33,8	38,0	36,9	37,0
22	36,6	44,4	39,7	43,0
24	38,1	49,1	43,0	49,6
26	41,6	50,7	46,0	51,6
28	45,2	58,2	50,4	55,9
30	48,8	61,6	56,0	61,7
32	52,5	66,9	58,5	64,8
34	56,0	73,9	63,3	71,6
36	57,1	78,4	66,9	78,6
38	63,5	84,4	70,5	79,5
40	65,7	86,8	72,4	82,0

Altura: borde medioesama al borde mediosagital a nivel de la eminencia parietal, paralelo a la sutura coronal
Anchura: borde frontal al borde occipital a nivel de la eminencia parietal, paralelo a la sutura sagital

Tabla 3 Dimensiones en mm del temporal fetal (según Scheuer & Black 2000, por Fazékas & Kósa 1978)

	porción escamosa			porción petrosa		anillo timpánico
semanas	**altura**	**anchura**	**largo**	**largo**	**altura**	**diámetro**
12	2,8	2,8	7,0	-	-	-
14	3,6	3,6	9,3	-	-	4,0
16	6,7	10,1	11,5	10,5	5,3	5,7
18	9,0	12,4	15,0	12,3	5,7	7,5
20	10,6	14,0	17,4	14,4	8,7	8,0
22	11,8	15,4	18,8	17,3	9,7	8,5
24	13,0	16,9	20,5	18,8	10,2	9,0
26	14,3	18,6	21,0	19,9	10,6	9,5
28	16,0	20,2	22,2	21,4	10,9	9,9
30	17,7	21,5	23,6	22,5	13,1	10,5
32	19,8	24,1	26,5	27,7	13,5	10,8
34	22,4	26,1	28,3	29,7	15,4	11,5
36	22,9	26,9	29,6	33,0	16,1	11,8
38	24,1	29,9	31,6	35,1	17,0	12,0
40	25,4	32,6	34,2	38,1	17,5	12,5

Porción escamosa:
Altura: distancia máxima del centro del foramen timpánico al borde superior de la escama
Anchura: distancia máxima perpendicular a la altura
Largo: del punto postero-inferior al punto anterior del proceso cigomático

Porción petrosa:
Largo: distancia máxima antero-posterior del hueso
Ancho: distancia máxima perpendicular al largo en nivel de la eminencia arcuate
Diámetro del anillo timpánico: diámetro: distancia máxima del anillo en nivel del tubérculo timpánico anterior

Tabla 4 Dimensiones en mm del occipital fetal (según Scheuer & Black 2000, por Fazékas & Kósa 1978)

	porción escamosa							
	altura		anchura		porción basilar		porción lateral	
semanas	cuerda	arco	cuerda	arco	largo	ancho	largo	ancho
12	7,5	7,5	12,0	12,0	2,7	1,7	2,7	1,4
14	10,6	10,6	14,4	14,4	3,9	2,6	4,0	1,8
16	15,0	15,7	18,6	19,6	5,5	3,9	5,9	2,9
18	18,8	19,9	22,5	23,8	6,9	5,1	7,7	4,1
20	23,7	24,7	27,5	29,4	8,0	6,1	9,5	5,1
22	27,3	28,9	31,2	34,2	8,3	6,8	10,6	5,8
24	28,7	32,1	32,9	39,0	8,7	8,0	11,8	6,7
26	32,8	36,0	36,5	40,9	9,1	8,4	13,1	7,1
28	35,4	40,8	39,6	45,9	9,6	9,1	14,1	7,9
30	39,0	44,4	43,0	49,0	10,1	10,0	14,7	8,5
32	42,5	47,7	47,6	55,9	10,5	10,9	17,0	8,9
34	49,4	59,2	50,0	60,5	11,0	12,0	19,3	10,9
36	50,3	61,3	51,6	63,1	11,8	12,4	20,8	11,6
38	53,5	63,8	56,3	67,0	12,4	13,4	23,4	13,2
40	55,2	68,8	59,3	70,5	13,1	15,2	26,5	14,0

Porción escamosa:
Altura: borde posterior del foramen magno hasta el punto de la escama
Cuerda: distancia directa
Arco: distancia encima de la superficie del hueso
Anchura: distancia máxima perpendicular a la altura

Porción basilar:
Largo: distancia mediosagital del borde anterior del foramen magno al borde anterior
Ancho: anchura máxima en nivel de los ángulos laterales

Porción lateral:
Largo: distancia máxima entre sinchondrosis anterior y posterior intra-occipital
Ancho: anchura máxima de las sinchondrosis entre bordes laterales del intra-occipital

Tabla 5 Dimensiones en mm del esfenoides fetal (según Scheuer & Black 2000, por Fazékas & Kósa 1978)

	cuerpo		ala pequeña		ala grande	
semanas	**largo**	**ancho**	**largo**	**ancho**	**largo**	**ancho**
12	-	-	-	-	5.0	1.5
14	-	-	-	-	5.1	2.3
16	2,7	4,5	4,7	4,0	10,3	5,7
18	3,7	5,5	5,9	4,8	13,1	7,0
20	5,1	9,6	6,3	5,2	15,3	8,5
22	5,9	10,6	7,9	6,0	17,1	9,2
24	6,1	11,7	9,0	6,4	19,0	10,1
26	7,4	12,2	10,6	7,0	19,7	10,5
28	7,9	12,5	12,5	7,6	21,6	11,7
30	8,1	13,5	13,7	8,2	22,0	12,6
32	8,6	14,5	14,7	8,5	24,5	13,7
34	9,1	15,0	15,1	9,3	25,4	14,8
36	9,5	16,0	15,8	10,3	26,4	15,4
38	10,9	17,2	17,1	11,0	28,7	16,1
40	11,7	17,9	19,4	12,4	31,0	17,4

Cuerpo:
Largo: distancia mediosagital entre sinchondrosis intra-esfenoidal y esfeno-occipital
Ancho: distancia máxima transversal en la fosa medio-hipofisial

Ala pequeña:
Ancho: punto lateral del ala al centro de sinchondrosis infra-esfenoidal
Largo: distancia máxima del ala pequeña en nivel del canal óptico

Ala grande:
Ancho: distancia máxima entre lámina pterigoid medial y punto lateral del ala
Largo: distancia máxima entre espina esfenoidal y punto anterior de la lámina pterigoid

Tabla 6 Dimensiones del nasal fetal en mm (según Scheuer & Black 2000, por Fazékas & Kósa 1978)

semanas	longitud	anchura
16	4,5	2,5
18	5,1	3,0
20	5,9	2,9
22	6,1	3,9
24	6,8	4,0
26	7,3	4,2
28	7,9	4,2
30	8,7	4,3
32	9,6	5,2
34	10,6	5,3
36	11,6	5,9
38	11,8	6,6
40	12,3	7,4

Longitud: distancia mediosagital del borde inferior al borde superior
Anchura: distancia máxima perpendicular al borde inferior

Tabla 7 Longitud en mm del maxilar fetal (según Scheuer & Black 2000, por Fazékas & Kósa 1978)

semanas	longitud	altura	anchura	largo máximo oblicuo
12	4.2	3.1	-	6.0
14	6.3	5.6	5.6	9.3
16	8.9	8.9	9.8	14.0
18	10.6	10.0	11.6	15.3
20	12.6	12.3	13.0	18.8
22	13.5	13.4	14.2	20.0
24	15.1	14.1	15.4	21.6
26	15.9	15.6	15.9	22.3
28	17.3	17.1	17.7	23.3
30	17.8	18.2	18.7	23.8
32	19.4	19.6	20.0	26.0
34	20.0	20.9	21.2	28.2
36	22.0	21.9	22.3	28.9
38	24.1	24.1	24.2	32.1
40	24.1	24.5	25.1	34.3

Longitud: de la espina nasal anterior al borde posterior del proceso palatal en plano sagital
Altura: del proceso alveolar al punto del proceso frontal en plano vertical
Anchura: del borde posterior del proceso palatal al extremo lateral del proceso cigomático
Longitud máxima oblicua: de la espina nasal anterior al extremo lateral del proceso cigomático en plano oblicuo

Tabla 8 Longitud en mm del cigomático fetal (según Scheuer & Black 2000, por Fazékas & Kósa 1978)

semanas	longitud	anchura
12	4.5	4.0
14	5.8	4.9
16	9.0	7.1
18	11.5	9.6
20	13.5	10.3
22	14.2	11.2
24	15.0	12.1
26	16.5	13.4
28	17.5	14.1
30	18.5	14.8
32	19.5	15.6
34	20.9	16.6
36	21.8	17.2
38	24.6	18.4
40	25.8	20.2

Longitud: del extremo medial del borde infra-orbital al extremo posterior del proceso temporal
Anchura: del extremo medial del borde infra-orbital al extremo superior del proceso temporal

Tabla 9 Altura oblicua del palatino fetal en mm (según Scheuer & Black 2000, por Fazékas & Kósa 1978)

semanas	altura
12	2.2
14	2.9
16	5.8
18	6.7
20	7.7
22	8.4
24	8.9
26	9.7
28	9.9
30	10.5
32	11.5
34	12.1
36	12.7
38	13.7
40	15.3

Altura: distancia oblicua del punto del proceso piramidal a la altura máxima del proceso orbital

Tabla 10 Longitud de la concha nasal inferior fetal en mm (según Scheuer & Black 2000, por Fazékas & Kósa 1978)

semanas	longitud
16	4.0
18	4.8
20	5.5
22	6.1
24	6.3
26	7.9
28	9.3
30	10.2
32	11.9
34	14.2
36	15.0
38	18.7
40	19.9

Longitud: distancia máxima en plano horizontal

Tabla 11 Longitud del vomer fetal en mm (según Scheuer & Black 2000, por Fazékas & Kósa 1978)

semanas	longitud
12	4.0
14	5.6
16	9.9
18	12.0
20	14.1
22	15.9
24	17.5
26	18.2
28	20.1
30	21.3
32	23.1
34	23.8
36	28.3
38	28.7
40	30.6

Longitud: distancia máxima entre el extremo anterior al extremo posterior del ala

Tabla 12 Dimensiones en mm de la mandíbula fetal (según Scheuer & Black 2000, por Fazékas & Kósa 1978)

semanas	largo cuerpo	ancho	longitud máxima
12	8.0	-	10.7
14	9.6	3.2	12.6
16	13.0	6.5	17.9
18	14.2	6.9	21.4
20	17.6	8.0	25.6
22	19.2	9.0	27.3
24	21.5	10.2	30.1
26	22.6	10.9	31.9
28	24.2	11.3	34.0
30	26.0	13.0	35.9
32	27.7	14.1	39.0
34	30.0	15.1	40.2
36	31.7	16.4	42.7
38	34.7	17.0	47.5
40	36.5	18.0	49.7

Largo del cuerpo: del tubérculo mentale al ángulo mandíbula
Ancho: del borde posterior del cóndilo al extremo del proceso coronoideo
Longitud máxima: del tubérculo mentale al borde posterior del cóndilo

Anexo II

Mediciones poscraneales y la determinación de la edad en fetos

Tabla 13 Valores críticos en mm de huesos largos que indican el estado del desarrollo de recién nacidos (según Scheuer & Black 2000, por Stewart 1979)

	S+B	Stewart
húmero	71	63,5-71,5
radio	59	60,5-70
cúbito	66	50,5-60
fémur	80	73,5-81,5
tibia	72	63,0-74,5
peroné	70	60,0-69,5

Con mediciones mas pequeñas que los valores críticos de la tabla, los individuos serán fetos

Tabla 14 Longitud máxima en mm del medio arco de atlas y axis en fetos (según Scheuer & Black 2000, por Fazékas & Kósa 1978)

	longitud máxima del arco medio	
semanas	atlas	axis
14	3.5	4.2
16	4.2	5.0
18	5.3	5.9
20	6.2	7.4
22	7.0	7.7
24	7.9	9.2
26	8.2	9.7
28	9.0	10.3
30	10.2	12.2
32	11.0	13.3
34	11.4	14.7
36	11.9	16.1
38	13.1	17.2
40	15.0	18.2

Tabla 15 Longitudes en mm de las costillas fetales (según Scheuer & Black 2000, por Fazékas & Kósa 1978)

	costilla											
semanas	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
12	3.2	6.2	8.3	9.5	11.5	11.0	9.7	9.0	6.0	4.2	3.0	-
14	4.2	9.0	11.0	11.9	13.2	14.0	13.2	10.1	10.0	8.2	6.6	3.1
16	7.1	13.0	16.7	19.6	21.3	22.5	21.9	19.4	16.9	14.1	11.6	5.9
18	9.2	16.1	20.5	24.5	26.0	27.2	26.3	25.4	22.3	19.3	13.6	6.8
20	11.6	20.4	26.3	30.0	31.7	33.4	33.1	30.5	27.3	23.6	15.4	7.8
22	12.4	21.8	27.4	31.0	33.8	35.1	33.8	31.9	29.3	25.9	18.5	9.0
24	14.0	23.4	29.4	32.2	36.1	38.5	37.4	35.0	31.3	27.0	21.1	10.7
26	15.3	26.3	32.1	37.1	40.2	40.7	40.5	38.0	34.6	28.5	22.5	11.8
28	16.0	27.4	35.1	39.5	42.3	43.9	44.5	41.6	37.9	31.0	24.0	12.5
30	16.7	29.2	37.1	41.7	44.9	46.7	46.3	42.7	39.1	32.7	25.8	13.7
32	17.7	31.8	41.0	46.1	48.8	52.5	52.2	48.9	42.8	37.1	30.2	16.8
34	19.1	32.6	43.5	49.4	52.7	54.2	53.0	49.6	44.6	38.7	32.4	17.7
36	20.4	35.2	45.2	53.0	55.7	57.3	58.4	51.9	47.2	39.4	34.0	18.3
38	22.1	37.4	49.1	55.7	59.4	60.4	60.8	56.4	52.0	45.9	35.2	19.4
40	24.0	38.7	50.5	56.9	60.3	61.6	63.4	59.8	53.4	47.2	37.4	21.1

Tabla 16 Mediciones de la clavícula fetal en mm (según Scheuer & Black 2000, por Fazékas & Kósa 1978)

	longitud máxima	
semanas	**Fazékas & Kósa**	**Yarkoni et al.***
12	8.2	-
14	11.1	-
16	16.3	17.0
18	19.4	19.0
20	22.7	21.0
22	24.5	23.0
24	26.9	25.0
26	28.3	27.0
28	30.3	29.0
30	31.3	31.0
32	35.6	33.0
34	37.1	35.0
36	37.7	37.0
38	42.6	39.0
40	44.1	41.0

*datos de ultrasonidos

Tabla 17 Mediciones del omóplato fetal en cm (según Scheuer & Black 2000, por Fazékas & Kósa 1978)

semanas	longitud	anchura	longitud espinal
12	0.45	0.30	0.35
14	0.71	0.51	0.58
16	1.16	0.90	1.02
18	1.50	1.15	1.24
20	1.72	1.39	1.54
22	1.88	1.54	1.70
24	2.09	1.75	1.84
26	2.23	1.85	1.95
28	2.31	1.94	2.12
30	2.45	2.06	2.22
32	2.66	2.23	2.38
34	2.81	2.33	2.53
36	2.93	2.44	2.60
38	3.31	2.68	2.91
40	3.55	2.95	3.16

Longitud de la escápula: distancia máxima entre los ángulos superior e inferior
Anchura de la escápula: distancia entre borde de la fosa glenoidea y punto medial de la espina
Longitud de la espina: distancia máxima entre el punto medial de la espina y el punto del proceso acromio

Tabla 18 Dimensiones del omóplato fetal en mm (según Scheuer & Black 2000, por Hrdlicka 1942)

edad	altura	altura infraescapular	anchura
16 semanas	1.0	0.9	0.83
18 semanas	1.39	1.14	1.10
22 semanas	1.83	1.57	1.46
28 semanas	2.32	1.95	1.85
32 semanas	2.48	1.99	1.96
a término	2.99	2,48	2.37
nacimiento	3.48	2.86	2.86

Altura total: distancia máxima entre los ángulos superior e inferior
Altura infraescapular: diámetro del punto, donde la línea del eje de la espina intersecta el borde vertebral al punto más bajo del ángulo inferior
Anchura: diámetro del centro del borde posterior de la fosa glenoidea al punto donde se encuentran el eje de la espina con el borde vertebral

Tabla 19 Dimensiones fetales del omóplato en cm (según Scheuer & Black 2000, por Vallois 1946)

edad	altura	anchura
2 meses	0.5	0.4
3 meses	0.8	0.6
5 meses	2.3	1.85
6-7 meses	3.6	2.7
8-9 meses	3.7	2.9

Altura: distancia entre ángulos superior e inferior
Anchura: distancia máxima entre el borde glenoideo y el borde medial

Tabla 20 Promedios en mm y rangos de las longitudes máximas de las diáfisis de huesos largos con 10 meses lunares (según Scheuer & Black 2000, por Fazékas & Kósa 1978)

	promedio	rango
húmero	64.9	61.6-70.00
radio	51.8	47.5-58.0
cúbito	59.3	55.0-65.5
fémur	74.3	69.0-78.7
tibia	65.1	60.0-71.5
peroné	62.3	58.0-68.5

Tabla 21 Mediciones de la diáfisis del húmero fetal en mm (según Scheuer y Black 2000)

semanas	longitud	anchura distal
12	8.8	1.9
14	12.4	2.2
16	19.5	4.7
18	25.8	6.1
20	31.8	7.8
22	34.5	8.3
24	37.6	9.3
26	39.9	9.9
28	44.2	10.9
30	45.8	11.9
32	50.4	12.5
34	53.1	13.6
36	55.5	14.4
38	61.3	15.7
40	64.9	16.8

Longitud: largo máximo
Anchura distal: anchura máxima medilolateral en el extremo distal

Tabla 22 Mediciones del radio fetal mm (según Scheuer & Black 2000, por Fazékas & Kósa 1978)

semanas	longitud
12	6.7
14	10.1
16	17.2
18	21.5
20	26.2
22	28.9
24	31.6
26	33.4
28	35.6
30	38.1
32	40.8
34	43.3
36	45.7
38	48.8
40	51.8

Longitud: largo máximo

Tabla 23 Mediciones del cúbito fetal mm (según Scheuer & Black 2000, por Fazékas & Kósa 1978)

semanas	longitud
12	7.2
14	11.2
16	19.0
18	23.9
20	29.4
22	31.6
24	35.1
26	37.1
28	40.2
30	42.8
32	46.7
34	49.1
36	51.0
38	55.9
40	59.3

Longitud: largo máximo

Tabla 24 Longitud de la diáfisis de metacarpo fetal en mm (según Scheuer & Black 2000, por Fazékas & Kósa 1978)

semanas	longitud de la diáfisis
16	1.8
18	2.3
20	3.1
22	3.7
24	4.3
26	4.6
28	5.1
30	5.9
32	6.3
34	7.2
36	8.1
38	8.9
40	9.3

Longitud: largo máximo

Tabla 25 Mediciones del innominado fetal mm (según Scheuer & Black 2000, por Fazékas & Kósa 1978)

	ilion		isquion		pubis
semanas	largo	ancho	largo	ancho	largo
12	4.8	3.2	-	-	-
14	5.7	3.8	-	-	-
16	9.7	7.8	3.1	2.2	-
18	12.0	9.8	3.8	2.9	-
20	15.6	12.6	5.5	3.5	3.6
22	16.5	14.2	6.4	4.3	4.5
24	18.3	15.6	7.5	5.6	5.5
26	19.6	17.1	8.7	6.0	6.0
28	21.3	19.1	9.7	6.6	6.6
30	22.1	20.1	10.3	7.6	8.0
32	25.1	22.2	12.1	8.1	9.9
34	26.8	24.6	13.2	9.3	12.4
36	28.7	26.0	16.2	10.4	14.1
38	32.1	28.5	17.2	11.6	15.0
40	34.5	30.4	18.5	12.4	16.6

Largo del ilion: distancia máxima entre las espinas ilíacas anterior y postero-superior
Ancho del ilion: distancia máxima entre el punto medio de la cresta ilíaca y la convexidad de la extremidad del acetábulo
Largo del isquion: distancia máx. entre la convexidad de la extremidad del acetábulo y el punto de la rama del isquion
Ancho del isquion: distancia máxima por la extremidad superior
Largo pubis: distancia máxima entre la sínfisis y la articulación con el ilion

Tabla 26 Dimensiones del fémur fetal en mm (según Scheuer & Black 2000, por Fazékas & Kósa 1978)

semanas	largo	ancho distal
12	8.5	1.9
14	12.4	2.2
16	20.7	4.7
18	26.4	6.2
20	32.6	8.0
22	35.7	8.8
24	40.3	9.8
26	41.9	10.6
28	47.1	11.7
30	48.7	12.3
32	55.5	14.3
34	59.8	15.3
36	62.5	16.4
38	69.0	18.7
40	74.4	19.9

Largo: longitud máxima
Ancho: anchura máxima mediolateral en el extremo distal

Tabla 27 Dimensiones de la tibia fetal en mm (según Scheuer & Black 2000, por Fazékas & Kósa 1978)

semanas	largo
12	6.0
14	10.2
16	17.4
18	23.4
20	28.5
22	32.6
24	35.8
26	38.0
28	42.0
30	43.9
32	48.6
34	52.7
36	54.7
38	60.1
40	65.2

Tabla 28 Dimensiones del peroné fetal en mm (según Scheuer & Black 2000, por Fazékas & Kósa 1978)

semanas	largo
12	6.0
14	9.9
16	16.7
18	22.6
20	27.8
22	31.1
24	34.3
26	36.5
28	40.0
30	42.8
32	46.8
34	50.5
36	51.6
38	57.6
40	62.0

Tabla 29 Longitud de la diáfisis del metatarso I de fetos en mm (según Scheuer & Black 2000, por Fazékas & Kósa 1978)

semanas	largo
16	2.4
18	3.2
20	4.0
22	5.0
24	5.8
26	6.3
28	7.3
30	8.2
32	9.1
34	10.7
36	11.5
38	12.3
40	13.2

Tabla 30 Longitud de la diáfisis del metatarso I a V de fetos en mm (según Scheuer & Black 2000, por Vasconcellos & Ferreira 1998)

	largo				
semanas	**I**	**II**	**III**	**IV**	**V**
14	2.04	2.80	2.34	2.34	2.02
15	2.88	3.87	3.61	3.57	3.33
16	3.35	4.45	4.43	4.18	-
17	4.00	5.40	4.94	4.55	4.30
18	4.29	5.68	5.56	5.20	4.88
19	4.45	6.02	5.73	5.35	5.06
20	5.26	7.24	6.87	6.30	5.96
21	5.20	7.27	6.84	6.43	5.97
22	6.06	7.96	7.70	7.38	-
23	6.20	8.23	7.86	7.39	6.87

Anexo III
Reconstrucción de la estatura fetal

Tabla 31 Cálculo de estatura fetal a través de la cuerda de las costillas (según Scheuer & Black 2000)

estatura	costilla 1 (longitud mm) x 20,53 + 2,68 cm
estatura	costilla 2 (longitud mm) x 12,70 + 0,64 cm
estatura	costilla 3 (longitud mm) x 11,84 - 2,13 cm
estatura	costilla 4 (longitud mm) x 8,52 + 1,27 cm
estatura	costilla 5 (longitud mm) x 8,18 – 0,33 cm
estatura	costilla 6 (longitud mm) x 7,98 + 0,00 cm
estatura	costilla 7 (longitud mm) x 7,67 + 1,43 cm
estatura	costilla 8 (longitud mm) x 8,15 + 1,93 cm
estatura	costilla 9 (longitud mm) x 8,87 + 2,65 cm
estatura	costilla 10 (longitud mm) x 10,07 + 3,44 cm
estatura	costilla 11 (longitud mm) x 12,08 + 5,14 cm
estatura	costilla 12 (longitud mm) x 21,13 + 7,09 cm

Tabla 32 Cálculo de estatura fetal según Fazékas & Kósa (1978)

	Fazékas & Kósa
húmero longitud	7,52 x H + 2,47
húmero anchura	28,30 x H + 3,95
radio longitud	10,61 x R –2,11
cúbito longitud	8,19 x U + 2,37
fémur longitud	6,44 x F + 4,51
fémur anchura	22,63 x F + 7,57
tibia longitud	7,23 x T + 4,90
peroné longitud	7,59 x P + 4,68

Tabla 33 Cálculo de estatura fetal según Oliver & Pineau

	Olivier & Pineau
húmero	7,92 x H – 0,32 +/- 1 ,8
radio	13,8 x R – 2,85 +/- 1,62
cúbito	8,73 x U – 1,07 +/- 1,59
fémur	6,29 x F + 4,42+/- 1,82
tibia	7,39 x T + 2,78 +/- 1,65
peroné	7,85 x P + 3,55 +/- 1,92

Tabla 34 Cálculo de estatura fetal según Talla

	Talla
húmero	1,33 x H - 3,29 7,92 x H - 0,32 +/- 1,80 K
radio	0,94 x R - 1,99 1,38 x R - 2,85 +/- 1,82 K
cúbito	1,22 x C - 2,90 8,73 x C - 1,07 +/- 1,59 K
fémur	1,55 x F - 7,00 6,29 x F + 4,42 +/- 1,82 K
tibia	1,38 x T - 6,78 7,39 x T + 3,55 +/- 1,92 K
peroné	1,32 x P - 6,17 7,85 x P + 2,78 +/- 1,65 K

Tabla 35 Cálculo de estatura fetal según Langer

	Langer
húmero	6,12 x H
radio	8,34 x R
fémur	5,19 x F
tibia	6,20 x T

Tabla 36 Calculación de la estatura fetal según Balthazard y Dervieux

	Balthazard y Dervieux
húmero	6,5 H + 8
fémur	5,6 F + 8
tibia	6,5 T + 8,5

Anexo IV
Fusión ósea

Tabla 37 Fusión ósea en el poscráneo

región	elemento	inicio	fusión
vértebras	arcos neurales de cervicales y toráxicas		1-2 años
vértebras	centro y arco de vértebras		2-5 años
vértebras	procesos transversos y espinosos		± 20 años
cervicales	partes posteriores del atlas		3-4 años
cervicales	arcos del axis		4-6 años
cervicales	base del diente del axis		3-6 años
cervicales	partes anteriores del atlas		6-9 años
cervicales	axis completo		± 12 años
cervicales	anillos		17-25 años
dorsales	anillos toráxicos		16-19 años
lumbares	arcos neurales		< 5 años
lumbares	anillos		17-24 años
coxales	rama isquio-púbica	±6	8 años
coxales	acetábulo	9-12	13-18 años
coxales	isquion		13-18 años
coxales	cresta ilíaca	16-17	13-25 años
coxales	tuberosidad isquion, sínfisis púbica	16-17	23-25 años
sacro	cuerpo / arco		6-9 años
sacro	arcos		7-15 años
coxis	segmentos fusionados		20-25 años
omóplato	proceso coracoideo	10	12-16 años
omóplato	fosa glenoidea	10	12-16 años
omóplato	borde vertebral	12-16	20-23 años
omóplato	acromion	10-14	22-23 años
omóplato	ángulo medial y inferior	19-20	22-23 años
clavícula	extremo acromial		± 20 años
clavícula	extremo esternal	21-22	22-27 años
costillas	cabeza, tubérculo	± 17	20-25 años
húmero	proximal		18-22 años
húmero	distal		14-15 años
húmero	epicóndilo medial	12	19-20 años
húmero	cabeza, tubérculo mayor y menor	20	25 años
húmero	tróclea, capítulo y epicóndilo lateral	16-17	18 años
radio	proximal	12-16	15-18 años
radio	distal	17-20	20-23 años
cúbito	proximal		15-17 años
cúbito	distal		18-20 años
cúbito	olécranon	± 16	± 23 años
mano	base de metacarpo I		13,5-16,5 años
mano	metacarpos epífisis proximal y distal		18-20 años
mano	falanges epífisis proximal y distal	14	18-25 años

Tabla 37 (cont.) Fusión ósea en el poscráneo

región	elemento	inicio	fusión
fémur	cabeza	± 15	18-20 años
fémur	trocánter mayor	± 15	18-20 años
fémur	trocánter menor	15	18-20 años
fémur	distal	± 15	18-23 años
tibia	proximal	16	20-23 años
tibia	tuberosidad tibial	8-13	19 años
tibia	distal	16	18-20 años
peroné	proximal	16	20-23 años
peroné	distal	16	20 años
pie	calcáneo	12	16-22 años
pie	base de metatarso I		13-18 años
pie	metatarso epífisis proximal	12	18-22 años
pie	metatarso epífisis distal	12	18-22 años
pie	falanges epífisis proximal	14	17-21 años

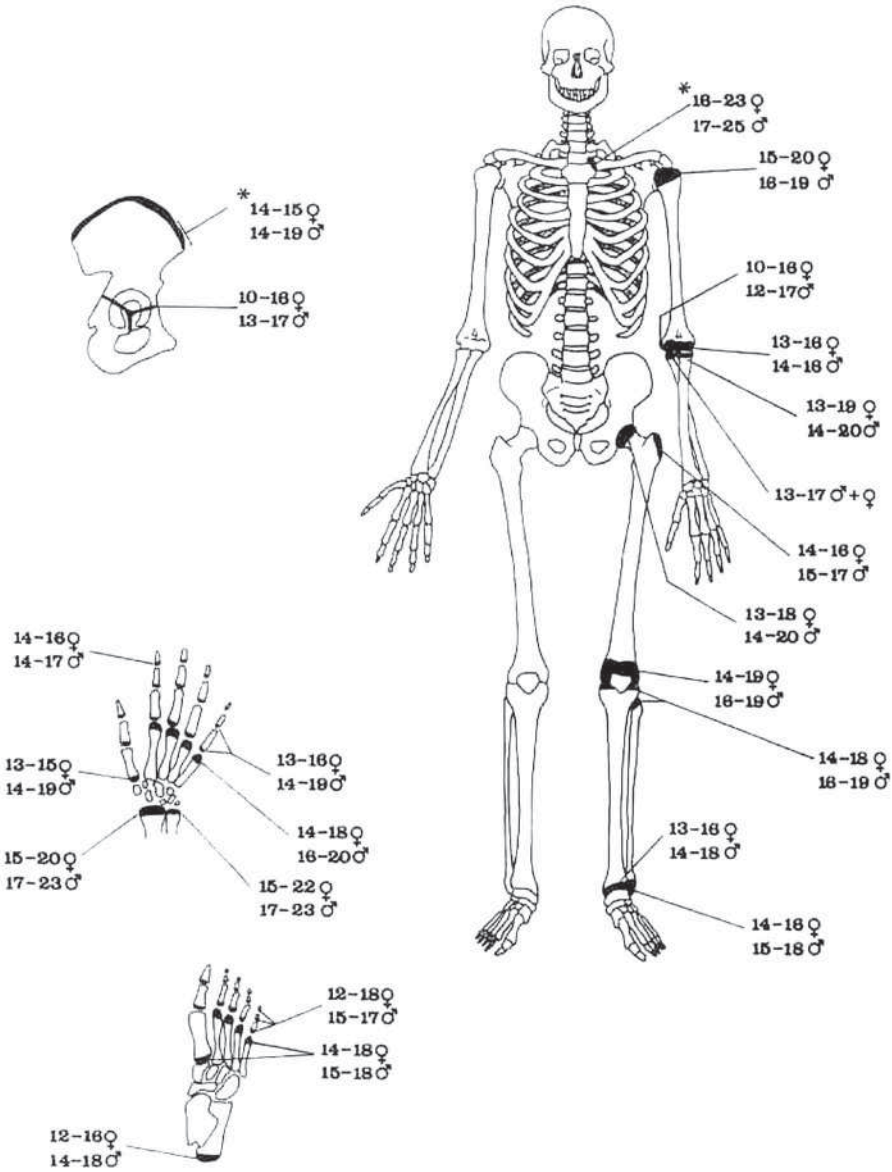


Fig. 1 Esquema de fusión ósea (por Mays 2003)

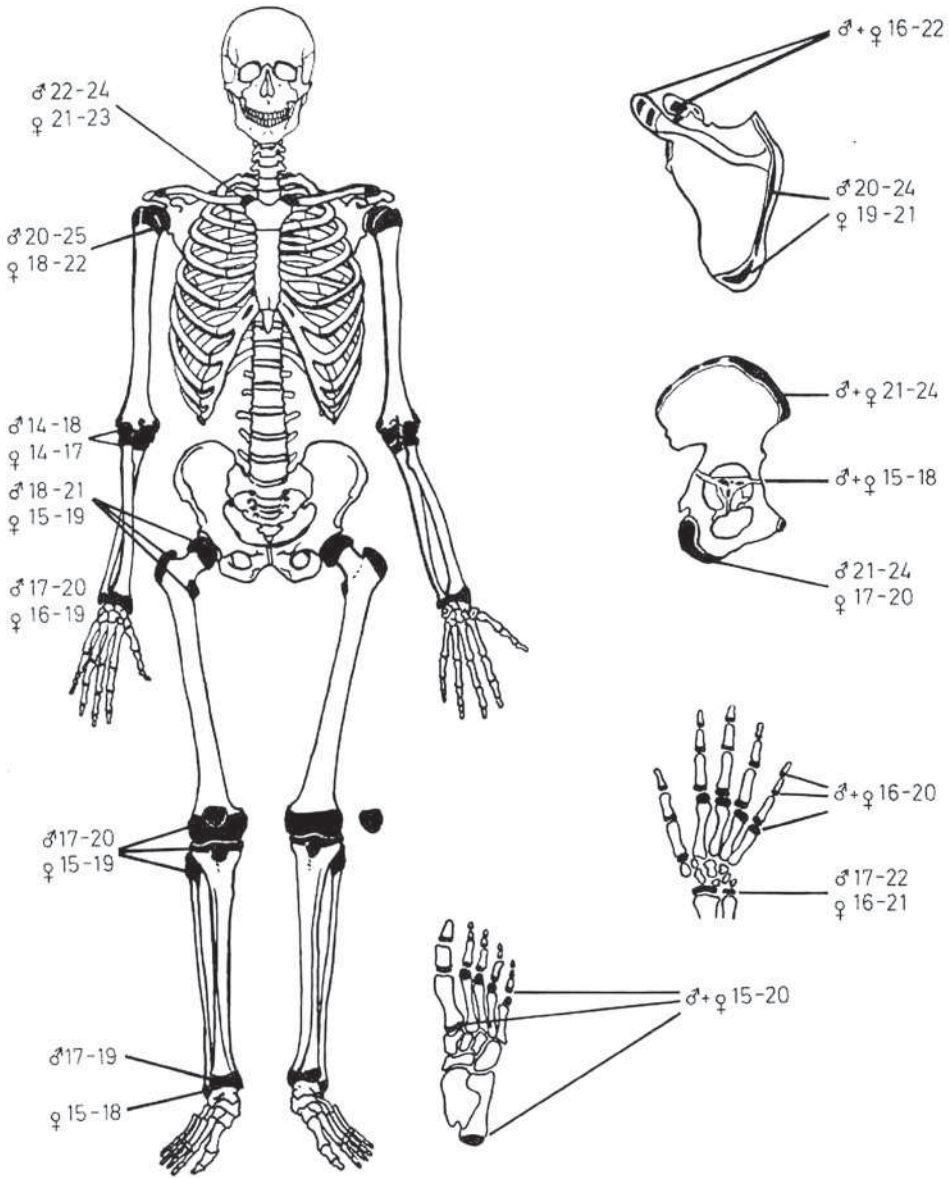


Fig. 2 Esquema de la fusión ósea (por Szilvassy 1988)

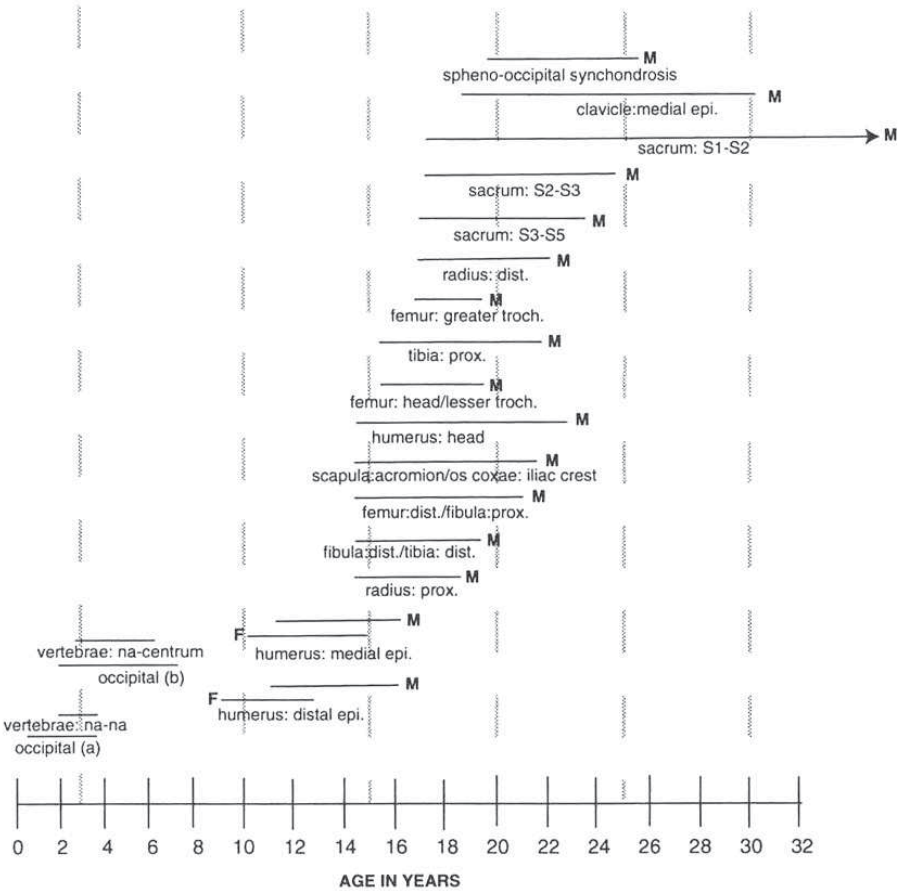


Fig. 3 Fusión epifisial y fusión de los centros primarios de la osificación, en cuanto m indica datos para masculinos y f para femeninos (por Buikstra & Ubelaker 1994)

COMPENDIO DE MÉTODOS ANTROPOLÓGICO FORENSES

Tomo I	Osteometría
Tomo II	Métodos para la determinación del sexo
Tomo III	Estimación de la edad osteológica en adultos
Tomo IV	Estimación de la edad osteológica en subadultos
Tomo V	Características individualizantes
Tomo VI	Antropología dental
Tomo VII	Cambios posmortem
Tomo VIII	Traumas y paleopatología

ISBN 99922-859-4-X
9 789992 285947

ded
Deutscher
Entwicklungsdienst

Visite nuestro sitio en internet
http://www.cafcaguatemala.org

eed
Servicio de las Iglesias Evangélicas en Alemania para Desarrollo

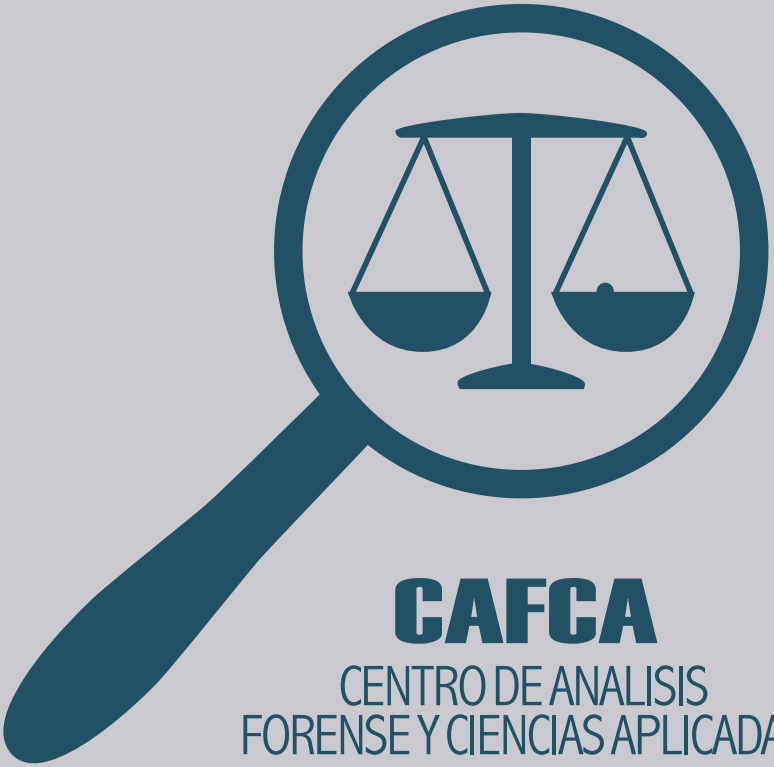
COMPENDIO DE MÉTODOS ANTROPOLÓGICO FORENSES

PARA LA RECONSTRUCCIÓN DEL PERFIL OSTEO-BIOLÓGICO

Udo Krenzer

Tomo V

CARACTERISTÍCAS INDIVIDUALIZANTES



CAFCA
CENTRO DE ANALISIS FORENSE Y CIENCIAS APLICADAS

5
Serie de Antropología Forense

Compendio de métodos antropológico forenses para la reconstrucción del perfil osteo-biológico

Udo Krenzer

Tomo V
Características individualizantes

Guatemala
2006

Elaborado por: Udo Krenzer
Centro de Análisis Forense y Ciencias Aplicadas
CAFCA
2 calle 6-77, zona 1
Ciudad, Guatemala
Teléfono: (502) 2253-2080
http://www.cafcaguatemala.org

Financiado por: DED y EED

Diseño de portada: Rafael Molina

Diagramación interiores: CIBER NEGOCIOS Guatemala
Teléfonos: (502) 2450-4889 (502) 2256-1276
E-mail: ventas@cibernegociosguatemala.com

Primera edición 2006
Serie de Antropología Forense
Tomo 5

ISBN: 99922-859-5-8

Compendio de métodos antropológico forenses para la reconstrucción del perfil osteo-biológico

Tomo V

Características individualizantes

Contenido

1.	Características individualizantes	1
1.1.	Introducción a la determinación de la lateralidad	1
1.2.	Criterios óseos para la determinación de la lateralidad	1
2.	Reconstrucción de la estatura	4
2.1.	Introducción a los métodos para la reconstrucción de la estatura	4
2.2.	Método del esqueleto entero	5
2.3.	Reconstrucción con base en huesos largos	7
2.3.1.	Reconstrucción con base en huesos largos incompletos	16
2.4.	Reconstrucción con base en otros elementos esqueléticos	24
2.5.	Documentación de la estatura y mediciones reales	26
3.	Estimación del peso	26
4.	Atribución del patrón ancestral	28
4.1.	Introducción a los conceptos	28
4.2.	Morfología cráneo-dental	29
4.3.	Morfología poscraneal	36
4.4.	Morfometría	37
4.4.1.	Mediciones e índices	37
4.4.2.	Funciones discriminantes	41
5.	Características epigenéticas	42
	Bibliografía	58
	Anexo	67

1. Características individualizantes

1.1. Introducción a la determinación de la lateralidad

La lateralidad se entiende como aspecto específico de la individualización, definido por la tendencia de preferir una mano en actividades de manipulación, y por ende la mayor utilización de las extremidades de un lado. La lateralidad no está determinada por los genes, ya que es posible cambiar o acostumbrarse al uso de la mano no-dominante. Existe una proporción mayor de hombres zurdos en comparación con mujeres zurdas, descrita por la tasa 1,27:1, y se observa una tendencia secular al incremento de individuos zurdos. Aproximadamente el 90% de la población mundial manipula predominantemente con la mano derecha, aunque para Centroamérica no se consiguen datos específicos sobre el tema. Por ello, cuando el antropólogo identifica la lateralidad izquierda, tiene un criterio significante para la identificación. Sin embargo, hay que tomar en cuenta, que debido a la asimetría, normalmente el brazo derecho y la pierna izquierda son más largos que sus contrapartes, y la variabilidad, las investigaciones todavía son imprecisas como para obtener resultados definitivos (Schulter-Ellis 1980).

1.2. Criterios óseos para la determinación de la lateralidad

Para determinar la lateralidad en huesos secos se observan características de modificación en los brazos y las manos, porque especialmente el fuerte uso añade material óseo y modifica el contorno. En el análisis de la lateralidad se observan los siguientes criterios cualitativos y cuantitativos en la extremidad superior y la cintura escapular:

- Inserciones musculares
- Bisel en el borde dorsal de la fosa glenoidea
- Desviación posterior de la cavidad glenoidea
- Robusticidad y longitud de la clavícula
- Longitud de los huesos (húmero, radio, cúbito)
- Anchura distal del húmero
- Procesos óseo-artríticos en el codo (especialmente húmero)
- Expresión de la tuberosidad deltoidea

La mayoría de los criterios fueron documentados por Stewart (1979) a partir del análisis de los soldados estadounidenses caidos en la guerra contra Corea, y de la colección de Terry. Schulter-Ellis (1980) quien hizo estudios en donde se observó la correlación entre una faceta en el borde dorsal de la fosa glenoidea y el lado dominante, causado por el mayor rango de movimiento en la articulación del hombro. Este produce un bisel que define el exceso del hueso afuera del borde que rodea la cavidad glenoidea (ver figura 1).

Este criterio se puede visualizar por el uso de tiza o lápiz, marcando los bordes laterales de la cavidad glenoidea. La observación visual va a mostrar el lado con más exceso

óseo alrededor de la cavidad. Estos cambios no se observan fácilmente en jóvenes, porque los procesos de cambio se relacionan con la edad y el uso extenso.

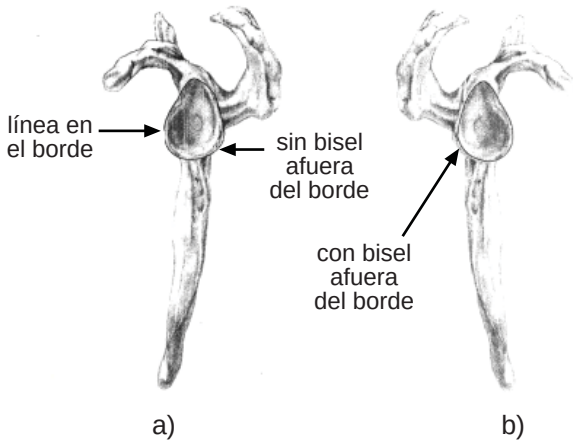


Fig. 1 Determinación de la lateralidad marcando el borde de la cavidad glenoidea en el omoplato; a) lado no preferido; b) lado preferido, caracterizado por bisel dorsal de la fosa glenoidea (modificado, según Burns 1999)

El próximo criterio es la desviación posterior o dorsal de la cavidad glenoidea, que describe un amplio ángulo de deflexión, refiriéndose a la inclinación de la estructura del plano infra-espinosa y asociado con la torsión mayor del extremo proximal del húmero. Aunque existe un método métrico para determinar este criterio, la inspección visual parece adecuada (ver figura 2). El tercer criterio se refiere a la clavícula, que muestra más robusticidad pero menos longitud en el lado dominante. Como cuarto criterio se miden las longitudes del húmero, radio y cúbito, que presenta las menores diferencias, según la metodología establecida (ver tomo I), para buscar el valor de la sumatoria más grande, que permite detectar el lado utilizado más frecuente. Los antropólogos están de acuerdo en que el brazo dominante es más largo. Otra característica de la observación la representa la medición de la anchura epicondilar del húmero, que también es más ancha en el brazo dominante.

Como otro criterio se analizan los procesos oseoartríticos o generalmente degenerativos en el codo, especialmente en la superficie articular distal del húmero, que son más avanzados en el brazo usado frecuentemente. A mayor estrés es más probable que existan cambios patológicos. La ultima observación se lleva a cabo con la tuberosidad deltoidea del húmero. Esta inserción muscular es más pronunciada en el lado de mayor utilización.

Lamentablemente, estos métodos tienen sus límites, porque siempre se deben comparar ambos huesos. Unos criterios pueden indicar la lateralidad derecha, otros la lateralidad izquierda. En estos casos se determina la lateralidad por lo que indique la mayoría de los criterios. Además, es más fácil observar diferencias en individuos físicamente activos.

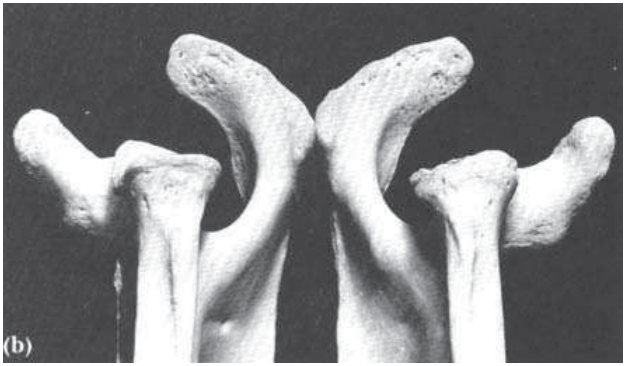


Fig. 2 Determinación de la lateralidad a través la inspección visual de la desviación posterior de la cavidad glenoidea. Se observa la inclinación más grande en el omoplato izquierdo (por Byers 2001)

Otros estudios tienden a demostrar, que las diferencias en el tamaño de la fosa romboide de la clavícula mayores de 10 mm de anchura y 20 mm en longitud, pueden evidenciar la lateralidad (diestra o siniestra).

Los huesos de la mano muestran también las diferencias causadas por la mayor utilización. Por ejemplo, los diestros tienen en la mano izquierda huesos más pequeños, y los huesos de la mano del lado preferido muestran más frecuentemente lesiones erosivas como cambios óseo-artríticos u osteofitosis. Además, Reichel y colaboradores (1990) han observado mediante placas radiográficas, que la mayor densidad cortical se localiza en los brazos del lado preferido. Otros estudios radiográficos recientes mostraron las diferencias en el contenido mineral, la densidad del mineral y la sección transversal del área cortical en los dos brazos. También, el foramen nutricio más grande se encuentra en el lado preferido. Por otro lado, las fracturas de parado en el brazo izquierdo, causado por la preferencia de parar golpes o caídas en este lado, son más frecuentes en comparación con el brazo derecho, que se utiliza para la manipulación. En resumen, los criterios más utilizados para la determinación de la lateralidad en restos óseos humanos son representados en tabla 1.

Tabla 1 Criterios para la determinación de la lateralidad

hueso	criterio
cintura escapular y extremidad superior	inserción muscular
omóplato	bisel en el borde dorsal de la fosa
	desviación posterior de la fosa
clavícula	robusticidad
	longitud
húmero	longitud
	anchura distal
	tuberosidad deltoidea
	procesos degenerativos
radio	longitud
cúbito	longitud

2. Métodos para la reconstrucción de la estatura en adultos

2.1. Introducción

Hace tiempo, la reconstrucción de la estatura con base en material óseo era de interés de antropólogos. A partir de 1898, científicos como Karl Pearson aplicaron fórmulas matemáticas, concretamente ecuaciones de regresión, para la estimación de este parámetro demográfico, basado en la correlación estrecha entre la estatura en vivo y las longitudes de los huesos largos. El húmero, por ejemplo, posee una relación de 20 % de la talla, por eso, como formula general, se puede multiplicar la longitud del húmero por cinco para estimar la estatura. Con esta suposición se espera, que el individuo analizado esté representado por sus características morfológicas dentro de la población de referencia. En realidad esta teoría no se cumple siempre, y se toman en cuenta errores fundamentados en la variabilidad biológica.

Del punto lógico, la estatura refleja la composición de las alturas y longitudes de las cinco estructuras esqueléticas: cráneo, columna vertebral, coxal, extremidades inferiores y tobillo. Según los autores Burt & Banks (1947), los valores de correspondencia expresados mediante el coeficiente de correlación entre la estatura y los distintos segmentos longitudinales, se aprecian significativamente con la longitud de la pierna (0,864), la talla sentado (0,732), la longitud del brazo (0,677), y del muslo (0,608). Por tal razón, en el cálculo de la estatura a partir de las dimensiones del esqueleto, se aplica de preferencia las longitudes de la extremidad inferior, la columna vertebral y la extremidad superior. La estatura o talla de pie se define como la altura comprendida entre el vértex, el punto más elevado de la cabeza hasta el suelo, orientando la cabeza del individuo en el plano de Francfort (comparar tomo I). Se suele medir mediante el antropómetro y se expresa la medición en centímetros (Byers 2002, Rodríguez Cuenca 1994).

La variabilidad étnica de la estatura está determinada tanto por los distintos ritmos de crecimiento como por las diferentes proporciones corporales. Los niños caucasoides, por lo general, son más altos a cualquier edad; niños africanos tienen un crecimiento en la edad de la punzada más acelerado, pero su estatura final se compensa por un ritmo de crecimiento inicial más lento; niños mongoloides son más bajos a cualquier edad, con un crecimiento durante la pubertad mucho menor (Valls 1980, Genovés 1967, Rodríguez Cuenca 1994, Tanner 1986). Finalmente, habría que considerar el incremento secular o generacional de la estatura, observable en las sociedades industriales en las dos o tres últimas generaciones. Al parecer, la estatura máxima se alcanza en promedio a una edad más temprana, hacia los 21 años, cuando en el siglo pasado se apreciaba a los 25 años en varones, cambio documentado en varios países europeos, americanos, inclusive Colombia (Rodríguez Cuenca 1994, Tanner 1986). Una mejor nutrición, la exogamia, la disminución y curación de enfermedades, la mejora en las condiciones higiénicas, el estilo urbano de vida y otros factores habrían incidido en aquellos cambios.

Para concluir, la estatura de un individuo está determinada por una variedad de factores internos (genéticos, grupo étnico, sexo, edad, constitución) y externos (nutrición, clima, grupo social, medio ambiente, tiempo durante el día, etc.). Por tanto, los estudios de la estatura, tanto en las poblaciones modernas como en las antiguas, deben considerarse en términos de estos dos tipos de factores. No es real, encontrar una fórmula ideal para la estimación de la estatura, tomando en cuenta estos factores variables. En el contexto de Guatemala se observa por ejemplo estaturas de los Mayas, que son en promedio 10 cm menor en comparación con poblaciones de referencia analizadas en estudios de investigadores estadounidenses. En los casos forenses, la altura debe estimarse con base en los restos óseos por reestimaciones.

2.2. Método del esqueleto entero

La primer fórmula, que toma en cuenta todos las partes esqueléticas, inventada por Dwight, tomando las mediciones del esqueleto desarticulado y agregando una constante para los tejidos blandos. De esta reconstrucción de la talla resultaron algunas dificultades, es decir, que la presencia de todas las partes del esqueleto que se necesitan para la reconstrucción, a saber: el cráneo, 24 vértebras, sacro, extremidades inferiores y huesos del pie, no es común en los hallazgos forenses. Segundo, el problema logístico de colocar el esqueleto desarticulado como en la posición viva, con el atlas y el axis debajo del cráneo, curvatura de doble - S de la columna vertebral, y la composición del pie con su bóveda). Por último, tercero, el problema de la estimación del complejo del tejido blando.

Entonces, por dichos problemas prácticos hubo solamente poca aplicación del método por Dwight (Byers 2002).

Una metodología más adecuada fue elaborada por Fully, que toma en cuenta la altura del cráneo, la altura de las vértebras, la longitud del fémur y de la tibia y la altura del tobillo. Su población de referencia consistió en varones caucasoides de Francia. Las

medidas básicas para la aplicación del método anatómico en la reconstrucción de la estatura según Fully (1956, ver figura 3 y 4) son los siguientes:

1) Altura del cráneo (M 17)

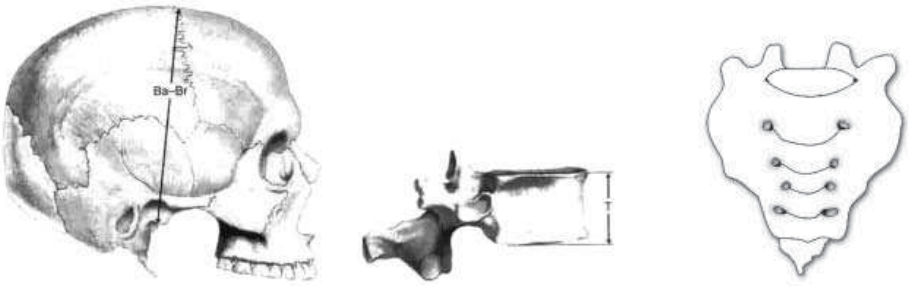
2) Altura máxima sumatoria de los cuerpos vertebrales entre C2 incluyendo el diente del axis (cervical) y L5 (lumbar)

3) Altura anterior del primer segmento del sacro

4) Longitud bicondilar o fisiológica del fémur

5) Longitud de la tibia sin la eminencia intercondilar. Se mide con la tabla osteométrica, que posee una columna vacía en la pared fija para que se excluye la eminencia intercondilar. Se obtiene una aproximación apropiada al promediar la longitud cóndilo-maleolar, medida a ambos lados de la eminencia intercondilar en una tabla osteométrica estándar

6) Altura del astrágalo y calcáneo articulados. Corresponde a la distancia entre la parte superior de la tróclea y la plantar del calcáneo, en su contacto con la pared vertical de la tabla osteométrica estándar



a) b) c)

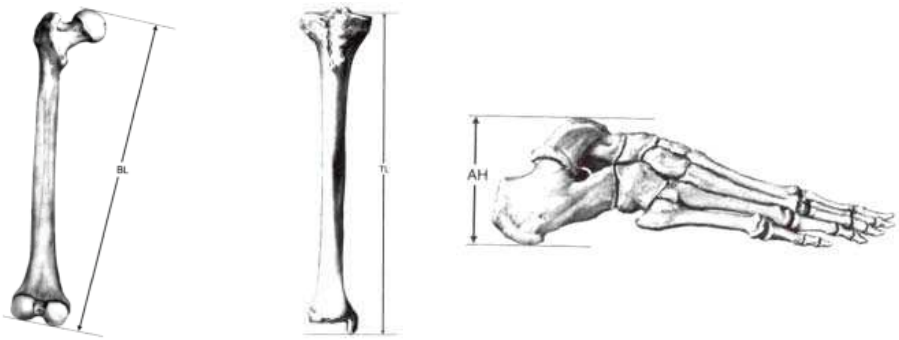
Fig. 3 Mediciones ilustradas según el método por Fully para a) el cráneo; b) vértebras; y c) sacro (modificado, según Byers 2002)

Se calcula la estatura por la sumatoria de las medias mencionadas anteriormente, atribuyendo un factor de corrección para el tejido blando (ver tabla 2):

estatura (cm) = estatura esquelética + 10,8 +/- 2,015

Tabla 2 Factor de corrección para el tejido blando por Fully (según Byers 2001)

estatura calculada	varones	mujeres
< 153,5	10,0	9,2
153,5 – 165,4	10,5	9,7
> 165,5	11,5	10,6



a) b) c)

Fig. 4 Mediciones ilustradas según el método por Fully en a) el fémur; b) la tibia, y c) el pie (según Byers 2002)

Aunque la referencia es de Europa, supuestamente esta fórmula se puede aplicar también en negroides, mongoloides e hispánicos, porque la diferencia del tejido blando no es de alta variación. Según evaluaciones del método, las fórmulas producen un rango de variación de solamente 1 cm. En la profundización de la metodología, Fully & Pineau (1960) sugerían un ajuste a la estatura esquelética mediante las fórmulas siguientes, que son aplicables de manera universal, es decir para todos los grupos étnicos, para ambos sexos y para las dos lateralidades.

estatura (cm) = 14,62 + 0,98 (M17+ suma de vértebras + fémur + tibia + pie) +/- 2,0
estatura (cm) = 42,67 + 2,09 (longitud fémur + suma de alturas lumbares) +/- 2,35
estatura (cm) = 48,63 + 2,32 (longitud tibia + suma de alturas lumbares) +/- 2,54

Debido a la utilización de menos partes esqueléticas, estas fórmulas parecen más aplicables en el contexto forense, y presentan una aproximación a la talla de pie, aunque los resultados son menos precisos.

2.3. Reconstrucción con base en huesos largos

Por ahora, el método más fiable para estimar la estatura es el que se basa en los huesos largos (ver figura 5 y 6), debido a la correlación significativa entre la estatura y las extremidades. Si, por ejemplo, los restos esqueletizados de un espécimen incluyen el fémur completo, se obtiene su longitud máxima, calculándose la estatura mediante la aplicación de una fórmula, para una población de referencia más cercana a la raíz del individuo.

Las mediciones de huesos largos de cadáveres en disección llevados a cabo por Hrdlicka (1939), Trotter & Gleser (1951, 1952, 1958, 1971), Dupertuis & Hadden (1951), Trotter (1970) han permitido elaborar fórmulas de regresión para caucasoides y negroides norteamericanos, a partir de las colecciones óseas de Terry, Hamman - Todd y soldados

norteamericanos fallecidos en la guerra de Corea (Krogman & Iscan 1986). Las poblaciones mongoloides han sido menos estudiadas. La variación en la correlación entre huesos largos y la estatura varía ampliamente entre los tres grupos ancestrales de caucasoides, mongoloides y negroides, lo que justifica la utilización de fórmulas de regresión independientes.

Para evitar los sesgos en la reconstrucción de la estatura, se recomienda calcularla a partir de la combinación de varios huesos, particularmente de aquellos, que utilizan la sumatoria del fémur y de la tibia. La magnitud del margen de error en la estimación de la estatura ha sido también objeto de análisis. Pearson sugería que las diferencias no eran inferiores a los 2,0 cm, aunque podrían llegar a 2,66 cm si solamente se dispone el radio. Al tomar la desviación estándar (s.d.) de 3,2 cm propuesta por Pearson para el fémur, se obtiene una probabilidad aceptable de la relación 1 a 22 para la estimación de la estatura dentro del rango de dos desviaciones estándares (2 s.d. = 68%). Así, para una estatura de 180 cm el rango de variación aceptable sería de 175,6 a 184,4 cm (2 s.d.) con una amplitud de 12,8 cm (Rodríguez Cuenca 1994).

a) b) c)

Fig. 5 Mediciones en la extremidad superior; a) húmero; b) cúbito; c) radio (por Byers 2002)

Estudiando los huesos secos, se toma en cuenta un factor de disminución causado por la deshidratación. Ingalls (1927) ha observado una disminución del fémur hasta 1,5 % de su longitud original; se aplica entonces este factor de corrección, cuando se trata de huesos de ambiente muy seco.

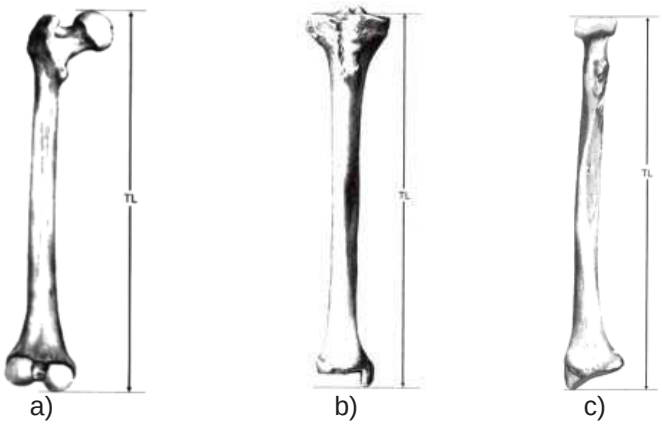


Fig. 6 Mediciones en la extremidad inferior; a) fémur; b) tibia; c) peroné (por Byers 2002)

Trotter & Gleser (1952, 1958) han computado fórmulas de ecuación tentativas para estimar la estatura de los norteamericanos de origen mongoloide y de varones de origen mexicano y puertorriqueño con base en longitudes de las extremidades superiores e inferiores de una muestra de 5000 cadáveres (tabla 3). Los autores propusieron, que en los grupos puertorriqueños, aunque poseen una talla más baja que los negroides norteamericanos, la reconstrucción de su estatura se ajusta más a las fórmulas de los negroides que a otros grupos. La proporción de los mejicanos difiere ampliamente de los otros cuatro grupos bajo estudio, y por tanto, las ecuaciones provienen directamente de las muestras mejicanas. Lamentablemente, en una evaluación del método de Trotter & Gleser se han detectado fallos o irregularidades en la medición de la tibia (Jantz et al. 1995), a saber la incertidumbre sobre la inclusión o exclusión del maléolo. Es importante comprender cuando se reconstruye la estatura, que se aplica la fórmula más apropiada, es decir la referencia más cercana para el espécimen analizado. Una observación critica al respecto del método de Trotter & Glesser es que la muestra no representa una estructura social equilibrada, porque se investigó solamente a soldados o casos de autopsia, ni representa los dos sexos (Rösing 1988).

Tabla 3 Fórmulas de regresión basado en una muestra de varones mexicanos y puertorriqueños (n=112) por Trotter & Gleser (según Bass 1995, Steele & Bramblett 2000)

varones	mujeres
2,92 (húmero) + 73,94 +/ - 4,24	0,92 (2,92 (húmero) + 73,94) +/ - 4,24
3,55 (radio) + 80,71 +/- 4,04	0,92 (3,55 (radio) + 80,71) +/- 4,04
3,56 (cúbito) + 74,56 +/- 4,05	0,92 (3,56 (cúbito) + 74,56) +/- 4,05
2,44 (fémur) + 58,67 +/- 2,99	0,92 (2,44 (fémur) + 58,67) +/- 2,99
2,36 (tibia) + 80,62 +/- 3,73	0,92 (2,36 (tibia) + 80,62) +/- 3,73
2,50 (peroné) + 75,44 +/- 3,52	0,92 (2,50 (peroné) + 75,44)+/- 3,52

Aunque Trotter (1970) no presentó valores para la regresión con base en restos óseos femeninos, se consigue los datos por la multiplicación de los valores masculinos por el factor de 0,92. Bass (1995) mencionó que las fórmulas de Trotter & Gleser (1952, 1958) son las fiables por razones estadísticas. De todas formas se toma en cuenta para la estimación de la estatura los parámetros biológicos del individuo analizado como sexo, edad o el patrón ancestral o la etnia. En general Trotter encontró los siguientes asuntos básicos:

1) Correlación fuerte entre estatura y longitud de las extremidades
2) Correlación fuerte entre los dos lados, por eso es igual que hueso se mide
3) Correlación fuerte entre las longitudes de los huesos largos aislados
4) Estimaciones dependen a sexo y grupo étnico
5) Correlaciones entre las extremidades inferiores con la estatura son más fuertes que estas entre las extremidades superiores y la estatura
6) En la población del estudio hubo procesos de secularización
7) La estimación es más fiable usando más huesos

Las mediciones de la extremidad superior salen en estaturas más grandes en comparación con las mediciones de la pierna, donde la ecuación del fémur produce estaturas más grandes que las de la tibia o del peroné. Para estimar la estatura fundamentado en cadáveres se añade 2,5 cm. Para gente mayor de 30 años de edad existe una corrección de la estimación por 1 mm anual (Hunger & Leopold 1978) o mediante la siguiente formula:

estatura (cm) = valor calculado – 0,6 (edad – 30)

Otra opción para evaluar la disminución en vejez fue elaborado por Giles (1991). En la tabla 4 se puede sacar los valores adecuados para restar de la estatura calculada en mayores.

Tabla 4 Disminución de la estatura en promedio (mm) por distintos grupos de individuos mayores por Giles (1991) según Byers (2002)

edad	varones	mujeres
46 – 49	3,1	0,1
50 – 59	7,2	2,8
60 - 69	16,0	12,5
> 70	32,3	33,9

En el caso de las poblaciones de indígenas antiguos, Genovés (1967) proporciona datos alternativos de referencia para la reconstrucción de la estatura con base en restos óseos. La estimación de la talla se obtiene colocando simplemente la longitud del hueso largo correspondiente en la parte apropiada de la fórmula y desarrollando ésta. Se observa que, aún cuando la altura dada sea una cifra precisa, el espécimen

puede haber sido en realidad más alto o bajo, lo que se conoce por el error de estándar de la estimación. Dicho error estándar es además mayor para unos huesos que para otros. Trotter & Gleser (1958) sugirieron en consecuencia, que, si se dispone de las longitudes máximas de una serie de huesos diferentes procedentes del mismo individuo, la estatura se estima a partir del hueso, que produzca el error estándar más reducido, es decir, de aquel que con menos probabilidad desvíe el cálculo de la altura real.

Santiago Genovés (1967) estudió la variación de la estatura en una muestra de cadáveres mejicanos estableciendo fórmulas de correlación entre la longitud de los huesos largos y la estatura para indígenas centroamericanos (tabla 5). La observación critica general para el análisis de Genovés es la muestra pequeña (Rösing 1988). De todas formas se encuentra correlaciones significativas entre las informaciones antemortem y las regresiones de Genovés. Las estaturas como resultado por la ecuación de todos huesos salen más altas que las calculadas por solo un hueso.

Tabla 5 Fórmulas de regresión por Genovés (1967) indígenas mesoamericanos

varones	mujeres
2,26 (fémur) + 66,38 +/- 3,43	2,59 (fémur) + 49,74 +/- 3,82
1,96 (tibia) + 93,75 +/- 2,81	2,72 (tibia) + 63,78 +/- 3,51
- 2,52 R + 0,07 C + 0,44 H + 2,98 P – 0,49 T + 0,68 F + 95,113 +/- 2,614	- 8,66 R + 7,37 C + 1,25 T + 0,93 F + 96,674 +/- 2,812

Para estas fórmulas también se aplica la corrección para individuos que tuvieron más de 30 años:

estatura (cm) = valor calculado – 0,6 (edad – 30)

Para la estimación de la estatura con base en huesos largos en subadultos consultar capítulo 1.5. en el tomo IV.

Tabla 6 Proporcionalidad entre huesos largos y la estatura en hombres indígenas de México (por Genovés 1967)

estatura	fémur	tibia	peroné	húmero	cúbito	radio
132,5	30,33	21,06	20,02	19,55	14,42	12,85
133,0	30,35	21,32	20,28	19,75	14,61	13,04
133,5	30,77	21,58	20,54	19,95	14,80	13,23
134,0	30,99	21,83	20,80	20,15	14,99	13,41
134,5	31,21	22,09	21,06	20,35	15,18	13,60
135,0	31,43	22,34	21,32	20,55	15,37	13,79
135,5	31,66	22,60	21,58	20,75	15,57	13,98
136,0	31,88	22,85	21,84	20,95	15,76	14,16
136,5	32,10	23,11	22,10	21,15	15,95	14,35
137,0	32,32	23,36	22,36	21,35	16,14	14,54
137,5	32,54	23,62	22,62	21,55	16,33	14,73
138,0	32,76	23,87	22,88	21,74	16,52	14,91
138,5	32,98	24,13	23,14	21,94	16,71	15,10
139,0	33,20	24,38	23,40	22,14	16,90	15,29
139,5	33,42	24,64	23,67	22,34	17,09	15,47
140,0	33,64	24,90	23,93	22,54	17,29	15,66
140,5	33,87	25,15	24,19	22,74	17,48	15,85
141,0	34,09	25,41	24,45	22,94	17,67	16,04
141,5	34,31	25,66	24,71	23,14	17,86	16,22
142,0	34,53	25,92	24,97	23,34	18,05	16,41
142,5	34,75	26,17	25,23	23,54	18,24	16,60
143,0	34,97	26,43	25,49	23,74	18,43	16,79
143,5	35,19	26,68	25,75	23,94	18,62	16,97
144,0	35,41	26,94	26,01	24,14	18,82	17,16
144,5	35,63	27,19	26,27	24,34	19,01	17,35
145,0	35,86	27,45	26,53	24,54	19,20	17,54
145,5	36,08	27,71	26,79	24,74	19,39	17,72
146,0	36,30	27,96	27,05	24,94	19,58	17,91
146,5	36,52	28,22	27,31	25,14	19,77	18,10
147,0	36,74	28,47	27,57	25,34	19,96	18,29
147,5	36,96	28,73	27,84	25,54	20,15	18,47
148,0	37,18	28,98	28,10	25,74	20,35	18,66
148,5	37,40	29,24	28,36	25,94	20,54	18,85
149,0	37,62	29,49	28,62	26,14	20,73	19,04
149,5	37,84	29,75	28,88	26,34	20,92	19,22
150,0	38,07	30,00	29,14	26,54	21,11	19,41
150,5	38,29	30,26	29,40	26,73	21,30	19,60
151,0	38,51	60,51	29,66	26,93	21,49	19,79
151,5	38,73	30,77	29,92	27,13	21,68	19,97
152,0	38,95	31,03	30,18	27,33	21,87	20,16
152,5	39,17	31,28	30,44	27,53	22,07	20,35
153,0	39,39	31,54	30,70	27,73	22,26	20,54
153,5	39,61	31,79	30,96	27,93	22,45	20,72
154,0	39,83	32,05	31,22	28,13	22,64	20,91
154,5	40,05	32,30	31,48	28,33	22,83	21,10
155,0	40,28	32,56	31,74	28,53	23,02	21,28

Cont. tabla 6 Proporcionalidad entre huesos largos y la estatura en hombres indígenas de México (por Genovés 1967)

estatura	fémur	tibia	peroné	húmero	cúbito	radio
155,5	40,50	32,81	32,00	28,73	23,21	21,47
156,0	40,72	33,07	32,27	28,93	23,40	21,66
156,5	40,94	33,32	32,53	29,13	23,60	21,85
157,0	41,16	33,58	32,79	29,33	23,79	22,03
157,5	41,38	33,83	33,05	29,53	23,98	22,22
158,0	41,60	34,09	33,31	29,73	24,17	22,41
158,5	41,82	34,35	33,57	29,93	24,36	22,60
159,0	42,04	34,60	33,83	30,13	24,55	22,78
159,5	42,26	34,86	34,09	30,33	24,74	22,97
160,0	42,49	35,11	34,35	30,53	24,93	23,16
160,5	42,71	35,37	34,61	30,73	25,13	23,35
161,0	42,93	35,62	34,87	30,93	25,32	23,53
161,5	43,15	35,88	35,13	31,13	25,51	23,72
162,0	43,37	36,13	35,39	31,33	25,70	23,91
162,5	43,59	36,39	35,65	31,53	25,89	24,10
163,0	43,81	36,64	35,91	31,72	26,08	24,28
163,5	44,03	36,90	36,17	31,92	26,27	24,47
164,0	44,25	37,15	36,43	32,12	26,46	24,66
164,5	44,48	37,41	36,70	32,32	26,65	24,85
165,0	44,70	37,67	36,96	32,52	26,85	25,03
165,5	44,92	37,92	37,32	32,72	27,04	25,22
166,0	45,14	38,14	37,48	32,92	27,23	25,41
166,5	45,36	38,43	37,74	33,12	27,42	25,60
167,0	45,58	38,69	38,00	33,32	27,61	25,78
167,5	45,80	38,94	38,26	33,52	27,80	25,97
168,0	46,02	39,20	38,52	33,72	27,99	26,16
168,5	46,24	39,45	38,78	33,92	28,18	26,34
169,0	46,46	39,71	39,04	34,12	28,38	26,53
169,5	46,69	39,96	39,30	34,32	28,57	26,72
170,0	46,91	40,22	39,56	34,52	28,76	26,91
170,5	47,13	40,48	39,82	34,72	28,95	27,09
171,0	47,35	40,73	40,08	34,92	29,14	27,28
171,5	47,57	40,99	40,34	35,12	29,33	27,47
172,0	47,79	41,24	40,60	35,32	29,52	27,66
172,5	48,01	41,50	40,86	35,52	29,71	27,84
173,0	48,23	41,75	41,13	35,72	29,91	28,03
173,5	48,45	42,01	41,39	35,92	30,10	28,22
174,0	48,67	42,26	41,65	36,12	30,29	28,41
174,5	48,90	42,52	41,91	36,32	30,48	28,59
175,0	49,12	42,77	42,17	36,52	30,67	28,78
175,5	49,34	43,03	42,43	36,71	30,86	28,97
176,0	49,56	43,28	42,69	36,91	31,05	29,16
176,5	49,78	43,54	42,95	37,11	31,24	29,34
177,0	50,00	43,80	43,21	37,31	31,43	29,53
177,5	50,22	44,05	43,47	37,51	31,63	29,72
178,0	50,44	44,31	43,73	37,71	31,82	29,91

Cont. tabla 6 Proporcionalidad entre huesos largos y la estatura en hombres indígenas de México (por Genovés 1967)

estatura	fémur	tibia	peroné	húmero	cúbito	radio
178,5	50,66	44,56	43,99	37,91	32,01	30,09
179,0	50,89	44,82	44,25	38,11	32,20	30,28
179,5	51,11	45,07	44,51	38,31	32,39	30,47
180,0	51,33	45,33	44,77	38,51	32,58	30,66
180,5	51,55	45,58	45,03	38,71	32,77	30,84
181,0	51,77	45,84	45,29	38,91	32,96	31,03
181,5	51,99	46,09	45,56	39,11	33,16	31,22
182,0	52,21	46,35	45,82	39,31	33,35	31,41

Tabla 7 Proporcionalidad entre huesos largos y la estatura en mujeres indígenas de México (por Genovés 1967)

estatura	fémur	tibia	peroné	húmero	cúbito	radio
127,5	31.01	24.34	24.42	22.87	17.23	15.44
128,0	31.20	24.53	24.58	22.99	17.36	15.57
128,5	31.40	24.71	24.75	23.11	17.48	15.70
129,0	31.59	24.89	24.92	23.23	17.61	15.82
129,5	31.78	25.08	25.09	23.35	17.74	15.95
130,0	31.98	25.26	25.25	23.47	17.86	16.08
130,5	32.17	25.45	25.42	23.59	17.99	16.21
131,0	32.36	25.63	25.59	23.71	18.11	16.33
131,5	32.56	25.81	25.76	23.83	18.24	16.46
132,0	32.75	26.00	25.92	23.96	18.36	16.59
132,5	32.94	26.18	26.09	24.08	18.49	16.72
133,0	33.14	26.36	26.26	24.20	18.61	16.84
133,5	33.33	26.55	26.43	24.32	18.74	16.97
134,0	33.52	26.73	26.59	24.44	18.86	17.10
134,5	33.72	26.92	26.76	24.56	18.99	17.22
135,0	33.91	27.10	26.93	24.68	19.11	17.35
135,5	34.10	27.28	27.10	24.80	19.24	17.48
136,0	34.30	27.47	27.26	24.92	19.36	17.61
136,5	34.49	27.65	27.43	25.04	19.49	17.73
137,0	34.68	27.84	27.60	25.16	19.61	17.86
137,5	34.88	28.02	27.76	25.28	19.74	17.99
138,0	35.07	28.20	27.93	25.40	19.87	18.12
138,5	35.26	28.39	28.10	25.52	19.99	18.24
139,0	35.45	28.57	28.27	25.64	20.12	18.37
139,5	35.65	28.75	28.43	25.76	20.24	18.50
140,0	35.84	28.94	28.60	25.88	20.37	18.63
140,5	36.03	29.12	28.77	26.0	20.49	18.75
141,0	36.23	29.31	28.94	26.12	20.62	18.88
141,5	36.42	29.49	29.10	26.24	20.74	19.01
142,0	36.61	29.67	29.27	26.36	20.87	19.13
142,5	36.81	29.86	29.44	26.48	20.99	19.26
143,0	37.00	30.04	29.61	26.60	21.12	19.39

Cont. tabla 7 Proporcionalidad entre huesos largos y la estatura en mujeres indígenas de México (por Genovés 1967)

estatura	fémur	tibia	peroné	húmero	cúbito	radio
143,5	37.19	30.23	29.77	26.72	21.24	19.52
144,0	37.39	30.41	29.94	26.84	21.37	19.64
144,5	37.58	30.59	30.11	26.96	21.49	19.77
145,0	37.77	30.78	30.28	27.08	21.61	19.90
145,5	37.97	30.96	30.44	27.20	21.74	20.03
146,0	38.16	31.14	30.61	27.32	21.87	20.15
146,5	38.35	31.33	30.78	27.44	21.99	20.28
147,0	38.55	31.51	30.94	27.56	22.12	20.41
147,5	38.74	31.70	31.11	27.68	22.25	20.54
148,0	38.93	31.83	31.28	27.80	22.37	20.66
148,5	39.13	32.06	31.45	27.92	22.50	20.79
149,0	39.32	32.25	31.61	28.04	22.62	20.92
149,5	39.51	32.43	31.78	28.16	22.75	21.05
150,0	39.71	32.62	31.95	28.28	22.87	21.17
151,0	39.90	32.80	32.12	28.40	23.00	21.30
151,5	40.09	32.98	32.28	28.52	23.12	21.43
152,0	40.29	33.17	32.45	28.64	23.25	21.55
152,5	40.48	33.35	32.62	28.76	23.37	21.68
153,0	40.67	33.53	32.79	28.88	23.50	21.81
153,5	40.86	33.72	32.95	29.00	23.62	21.94
154,0	41.06	33.90	33.12	29.12	23.75	22.06
154,5	41.25	34.09	33.29	29.24	23.87	22.19
155,0	41.44	34.27	33.45	29.37	24.00	22.32
155,5	41.64	34.45	33.62	29.49	24.12	22.45
156,0	41.83	34.64	33.79	29.61	24.25	22.57
156,5	42.02	34.82	33.96	29.73	24.38	22.70
157,0	42.22	35.01	34.12	29.85	24.50	22.83
157,5	42.41	35.19	34.29	29.97	24.63	22.96
158,0	42.60	35.37	34.46	30.09	24.75	23.08
158,5	42.80	35.56	34.63	30.21	24.88	23.21
159,0	42.99	35.74	34.79	30.33	25.00	23.34
159,5	43.18	35.92	34.39	30.45	25.13	23.47
160,0	43.38	36.11	35.13	30.57	25.25	23.59
160,5	43.57	36.29	35.30	30.69	25.38	23.72
161,0	43.76	36.48	35.46	30.81	25.50	23.85
161,5	43.96	36.66	35.63	30.93	25.63	23.97
162,0	44.15	36.84	35.80	31.05	25.75	24.10
162,5	44.34	37.03	35.97	31.17	25.88	24.23
163,0	44.54	37.21	36.13	31.29	26.00	24.36
163,5	44.73	37.40	36.30	31.41	26.13	24.48
164,0	44.92	37.58	36.47	31.53	26.25	24.61
164,5	45.12	37.76	36.63	31.65	26.38	24.74
165,0	45.31	37.95	36.80	31.77	26.50	24.87
165,5	45.50	38.13	36.97	31.89	26.63	24.99
166,0	45.70	38.31	37.14	32.01	26.76	25.12
166,5	45.89	38.50	37.30	32.13	26.88	25.25

Cont. tabla 7 Proporcionalidad entre huesos largos y la estatura en mujeres indígenas de México (por Genovés 1967)

estatura	fémur	tibia	peroné	húmero	cúbito	radio
167,0	46.28	38.87	37.64	32.37	27.13	25.50
167,5	46.47	39.05	37.81	32.49	27.26	25.63
168,0	46.66	39.23	37.97	32.61	27.38	25.76
168,5	46.85	39.42	38.14	32.73	27.51	25.88
169,0	47.05	39.60	38.31	32.85	27.63	26.01
169,5	47024	39.78	38.48	32.97	27.76	26.14
170,0	47.43	39.97	38.64	33.09	27.88	26.27
170,5	47.63	40.15	38.81	33.21	28.01	26.39
171,0	47.82	40.34	38.98	33.33	28.13	26.52
171,5	48.01	40.52	39.15	33.45	28.26	26.65
172,0	48.21	40.70	39.31	33.57	28.38	26.78
172,5	48.40	40.89	39.48	33.69	28.51	26.90
173,0	48.59	41.07	39.65	33.81	28.63	27.03
173,5	48.79	41.26	39.81	33.93	28.76	27.16
174,0	48.98	41.44	39.98	34.05	28.89	27.29
174,5	49.17	41.62	40.15	34.17	29.01	27.41
175,0	49.37	41.81	40.32	34.29	29.14	27.54
175,5	49.56	41.99	40.48	34.41	29.26	27.67
176,0	49.75	42.17	40.65	34.53	29.39	27.80

También se aplican los valores de corrección elaborados por Giles (1991) presentados anteriormente en tabla 4.

2.3.1. Reconstrucción con base en huesos largos incompletos

Esqueletos enterrados en suelos ácidos presentan frecuentemente un grado de descomposición tal, que muchos de sus huesos largos y particularmente las vértebras se fragmentan, impidiendo la reconstrucción de la estatura según métodos tradicionales. Otros factores de la destrucción tafonómica son fuerzas físicas, químicas o biológicas (comparar tomo VII). En tales situaciones se recomienda la utilización de métodos que toman en cuenta el estado de fragmentación del material óseo para la reconstrucción del tamaño original del hueso.

Steele & McKern (1969) afinaron el método de Müller para el cálculo de la estatura en huesos fragmentados, basado en el porcentaje de cada segmento en la composición total del hueso. Como población de referencia los investigadores utilizaron una muestra amerindia, excavada entre St. Francis y el río Mississippi en Arkansas, consistiendo en 117 indígenas americanos prehistóricos. Posteriormente Steele (1970) diseñó adicionalmente fórmulas aplicables también para esqueletos caucasoides y negroides. La figura 7 representa los segmentos en huesos largos.

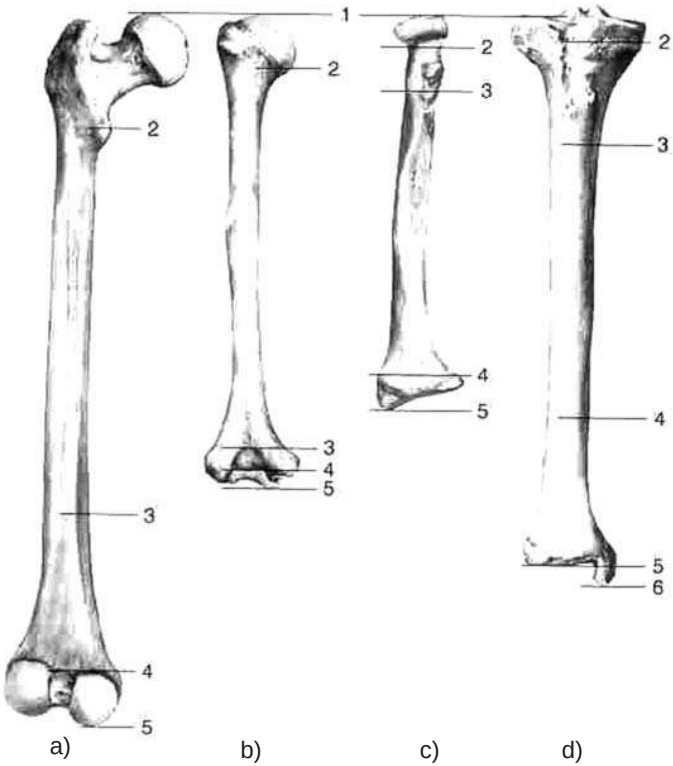


Fig. 7 Puntos y mediciones en huesos fragmentados; a) fémur; b) húmero; c) radio; d) tibia (por Byers 2002)

A continuación se presentan las fórmulas elaboradas por Steele & McKern para la reconstrucción de la longitud absoluta con base en fragmentos del húmero, fémur y tibia (tabla 8 a 10) con la definición de las mediciones.

Húmero

H1: Del punto más proximal de la cabeza del húmero al punto más distal de la circunferencia de la cabeza

H2: Del punto más distal de la circunferencia de la cabeza al margen más proximal de la fosa olécranon

H3: Del margen más proximal de la fosa olécranon al margen más distal de la fosa olécranon

H4: Del margen más distal de la fosa olécranon al punto más distal de la tróclea

Tabla 8 Fórmulas para la estimación de la longitud del húmero con base en fragmentos (según Steele & Bramblett 2000)

varones	mujeres
2,0 H1 + 25,22 +/ - 1,18	1,4 H1 + 25,89 +/ - 0,13
1,1 H2 + 5,23 +/ - 1,17	0,9 H2 + 9,16 +/ - 0,84
1,8 H3 + 27,4 +/ - 1,23	2,0 H3 + 25,03 +/ - 1,18
2,4 H4 + 28,66 +/ - 1,23	1,2 H4 + 28,35 +/ - 1,26
1,4 H1 + 1,0 H2 + 1,74 +/ - 0,28	1,5 H1 + 1,0 H2 + 1,95 +/ - 0,32
1,0 H2 + 1,4 H3 + 2,37 +/ - 0,34	1,0 H2 + 1,2 H3 + 3,86 +/ - 0,37
1,7 H3 + 2,3 H4 + 24,28 +/ - 1,16	1,9 H3 + 1,0 H4 +24,02 +/ - 1,14
1,1 H1 + 1,0 H2 + 1,0 H3 + 0,38 +/ - 0,17	1,2 H1 + 1,0 H2 + 0,8 H3 + 1,01 +/ -0,26
1,0 H2 + 1,4 H3 + 1,2 H4 + 1,55 +/ - 0,26	1,0 H2 + 1,4 H3 + 1,1 H4 + 1,89 +/ - 0,22

Pero la estimación en base del húmero se presenta más variable que las ecuaciones basadas en la extremidad inferior.

Fémur

F1: Del punto más proximal de la cabeza del fémur al centro del trocánter menor

F2: Del punto medio en el trocánter menor a la extensión proximal máxima de la superficie poplítea en el lugar donde las líneas supracondilares medial y lateral se separan paralelamente, por debajo de la línea áspera

F3: De la extensión más proximal de la superficie poplítea en el lugar donde las líneas supracondilares medial y lateral se separan paralelamente, por debajo de la línea áspera al punto más proximal de la fosa intercondilar

F4: Del punto más proximal de la fosa intercondilar al punto más distal del cóndilo medial

Tabla 9 Fórmulas para la estimación de la longitud del fémur con base en fragmentos (según Steele & Bramblett 2000)

varones	mujeres
1,6 F1 + 32,94 +/ - 1,39	0,8 F1 + 36,55 +/ - 1,23
0,7 F2 + 26,20 +/ - 1,31	0,6 F2 + 28,46 +/ - 1,02
0,3 F3 + 42,18 +/ - 1,67	0,3 F3 + 38,90 +/ - 1,23
2,1 F4 + 37,44 +/ - 1,56	1,1 F4 + 37,98 +/ - 1,24
1,2 F1 + 0,6 F2 + 20,63 +/ - 1,09	1,3 F1 + 0,7 F2 + 17,99 +/ - 0,86
1,2 F2 + 1,1 F3 + 5,89 +/ - 0,75	1,0 F2 + 1,0 F3 + 10,52 +/ - 1,16
0,3 F3 + 2,1 F4 + 34,77 +/ - 1,52	0,5 F3 + 1,6 F4 + 32,45 +/ - 1,16
1,1 F1 + 1,0 F2 + 1,0 F3 + 1,36 +/ - 0,33	1,0 F1 + 1,0 F2 + 0,9 F3 + 3,64 +/ -0,28
1,1 F2 + 1,0 F3 + 1,4 F4 + 2,58 +/ - 0,58	0,9 F2 + 1,1 F3 + 1,0 F4 + 7,53 +/ - 0,44

Tibia

T1: Del punto más prominente en el parte lateral del cóndilo lateral al punto más proximal de la tuberosidad tibial

T2: Del punto más proximal de la tuberosidad tibial al lugar de confluencia de las líneas que se extienden desde el borde inferior de la tuberosidad

T3: Del lugar de confluencia de las líneas que se extienden desde el borde inferior de la tuberosidad al lugar donde la cresta anterior de la tibia se cruza sobre el borde medial del eje por encima del maléolo medial (la medida se realiza en el punto donde la cresta se cruza con la sección media del eje)

T4: Del lugar donde la cresta anterior de la tibia se cruza sobre el borde medial del eje por encima del maléolo medial (la medida se realiza en el punto donde la cresta se cruza con la sección media del eje) al borde proximal de la faceta articular inferior (medida desde el punto opuesto al maléolo medial)

T5: Del borde proximal de la faceta articular inferior (medida desde el punto opuesto al maléolo medial) al punto más distal sobre el maléolo medial

Tabla 10 Fórmulas para la estimación de la longitud de la tibia con base en fragmentos (según Steele & Bramblett 2000)

varones	mujeres
0,8 T1 + 34,85 +/ -1,64	1,4 T1 + 30,935 +/ -0,98
0,4 T2 + 34,14 +/ - 1,60	0,6 T2 + 37,26 +/ - 1,02
0,6 T3 + 26,73 +/ - 1,38	0,5 T3 + 25,73 +/ - 0,74
0,6 T4 + 31, 40 +/ - 1,58	-0,3 T4 + 36, 41 +/ - 1,13
1,1 T5 + 35,26 +/ - 1,64	1,7 T5 + 31,50 +/ - 1,09
1,2 T1 + 0,5 T2 + 30,67 +/ - 1,53	1,0 T1 - 0,3 T2 + 33,23 +/ - 0,97
1,0 T2 + 0,9 T3 + 15,48 +/ - 0,96	0,8 T2 + 0,8 T3 + 16,08 +/ - 0,64
0,8 T3+ 1,1 T4 + 13,57 +/ - 1,07	0,8 T3+ 0,9 T4 + 12,88 +/ - 0,51
0,6 T4 + 1,2 T5 + 29,30 +/ - 1,55	-0,1 T4 + 1,5 T5 + 32,96 +/ - 1,09
1,3 T1 + 1,0 T2 + 0,9 T3 + 11, 35 +/ - 0,83	0,9 T1 + 1,0 T2 + 0,8 T3 + 13, 07 +/ - 0,57
0,9 T2 + 1,0 T3 + 1,0 T4 + 4,24 +/ - 0,54	0,6 T2 + 1,0 T3 + 0,8 T4 + 6,58 +/ - 0,43
0,8 T3 + 1,1 T4 + 0,8 T5 + 12,62 +/ - 1,05	0,8 T3 + 1,0 T4 + 1,0 T5 + 11,05 +/ - 0,48
1,2 T1+1,0 T2+1,0 T3+1,0 T4+0,60 +/-0,3	1,0 T1+0,9 T2+1,0 T3+0,9 T4+24,68 +/-0,26
0,9 T2+1,0 T3+1,0 T4+0,7 T5+3,49 +/-0,51	0,6 T2+1,0 T3+0,9 T4+0,8 T5+5,31 +/-0,40

En el radio se mide según las siguientes definiciones:

Radio

R1: Del punto más proximal de la cabeza hasta el borde distal de la cabeza

R2: Del borde distal de la cabeza hasta el centro de la tuberosidad radial

R3: Del centro de la tuberosidad radial hasta la línea epifisial distal

R4: Del la línea epifisial distal hasta la punta del proceso estiloide

Adicionalmente se aplica los valores presentados en la tabla 11 para obtener la longitud de los huesos fundamentado en sus segmentos medidos. Se calcula de estos segmentos las longitudes del húmero, radio, fémur y / o tibia y se aplica las ecuaciones mencionadas anteriormente (capítulo 2.3.). Como consecuencia lógica, las regresiones basadas en huesos largos fragmentados resultan con errores de estándar más grandes en comparación con las fórmulas obtenidas por el hueso entero.

En un estudio reciente, Wright & Vásquez (2003) presentaron estándares sencillos sacados con base en una muestra guatemalteca, a saber 100 casos forenses de la población maya. Los autores no encontraron diferencias de la estatura entre los cinco grupos étnicos mayas de Achí, Ixil, Kakchiquel, Keqchí y Quiché y además pudieron aplicar sus fórmulas exitosamente en una población de muestra de etnia desconocida.

Tabla 11 Porcentaje de los segmentos en el hueso entero

	húmero		**radio**	**fémur**		**tibia**	
segmento	hombre	mujer	ambos	hombre	mujer	hombre	mujer
S1	11,29	10,77	5,35	17,16	8,19	8,19	7,80
S2	77,51	78,22	8,96	58,97	59,73	17,22	16,85
S3	6,00	5,92	78,72	15,55	15,48	43,85	46,46
S4	5,21	5,10	7,46	8,32	8,41	27,06	25,16
S5	-	-	-	-	-	3,58	3,73

Los puntos para identificar y determinar los segmentos se encuentra generalmente más fácil con base en la arquitectura articular en comparación con los puntos marcados por inserciones musculares, que se presentan más variables. Las mediciones del húmero, fémur, tibia y peroné se toman en milímetros según la figura 8 y las descripciones a continuación.

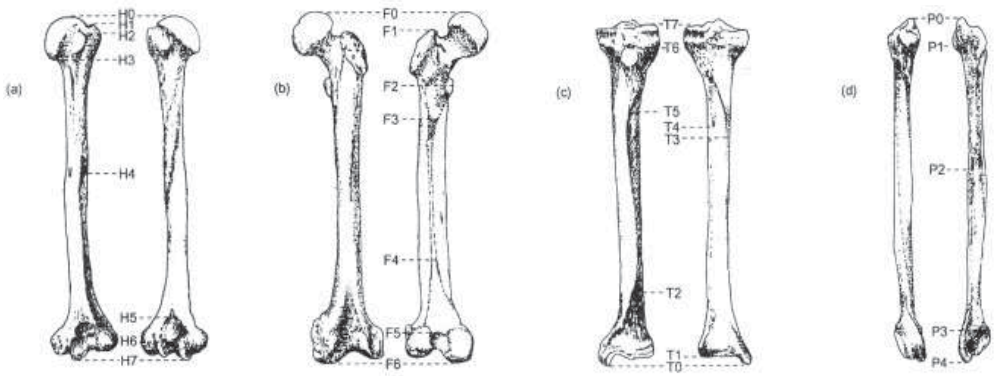


Fig. 8 Mediciones usadas en el a) húmero; b) fémur; c) tibia; d) peroné en el estudio de Wright & Vásquez (2003)

Húmero

H0: Punto más proximal de la cabeza

H1: Punto más proximal de la tuberosidad mayor

H2: Punto proyectando más proximal de la tuberosidad menor, en el borde lateral

H3: Punto más distal de la circunferencia de la cabeza

H4: Punto más distal de la tuberosidad deltoidea, donde se unen los dos líneas deltoideas

H5: Borde proximal de la fosa olécranon

H6: Borde distal de la fosa olécranon

H7: Punto más distal de la tróclea

Tabla 12 Líneas de regresión para la estimación de la longitud del húmero (según Wright & Vásquez 2003)

segmento	varones	mujeres
0 – 5	-8,976 + 0,923 (H)	6,396 + 0,866 (H)
0 – 6	-3,008 + 0,962 (H)	-7,124 + 0,977 (H)
1 – 5	-7,817 + 0,902 (H)	5,387 + 0,852 (H)
1 – 6	1,191 + 0,931 (H)	-4,765 + 0,95 (H)
1 – 7	4,032 + 0,97 (H)	-4,223 + 0,998 (H)
2 – 5	-10,958 + 0,87 (H)	-9,534 + 0,869 (H)
2 – 6	-7,981 + 0,92 (H)	-19,686 + 0,967 (H)
2 – 7	-5,936 + 0,961 (H)	-19,144 + 1,016 (H)
3 – 5	-20,641 + 0,851 (H)	-13,503 + 0,834 (H)
3 – 6	-14,351 + 0,89 (H)	-27,023 + 0,945 (H)
3 – 7	-12,205 + 0,931 (H)	-19,899 + 0,968 (H)

Fémur

F0: Punto más proximal de la cabeza

F1: Punto más proximal del trocánter mayor

F2: Punto medio en el trocánter menor

F3: Límite distal del hueso liso entre la unión de la línea pectinea y línea áspera, en el punto donde la intersección esta llena con hueso áspero

F4: Extensión más proximal de la superficie poplítea en el lugar donde las líneas supracondilares medial y lateral se separan paralelamente, por debajo de la línea áspera

F5: Punto más proximal del borde de la fosa intercondilar

F6: Punto más distal del cóndilo medial

Tabla 13 Líneas de regresión para la estimación de la longitud del fémur (según Wright & Vásquez 2003)

segmento	varones	mujeres
0 – 5	-4,716 + 0,932 (F)	-18,842 + 0,964 (F)
1 – 5	-2,152 + 0,890 (F)	-17,956 + 0,928 (F)
1 – 6	0,138 + 0,960 (F)	-1,231 + 0,965 (F)
2 – 5	-4,139 + 0,757 (F)	-42,396 + 0,846 (F)
2 – 6	-3,780 + 0,832 (F)	-27,202 + 0,887 (F)

Tibia

T0: Punto más distal del maléolo medial

T1: Borde proximal de la superficie articular distal, en el punto del lado opuesto del punto del maléolo medial

T2: Punto donde cruce la cresta anterior por el borde medial de la diáfisis, por arriba del maléolo medial

T3: Punto en la línea poplítea, donde la cruce por el ángulo medial de la diáfisis

T4: Foramen nutricio

T5: Lugar donde cruce la cresta anterior con el eje central de la tibia, como por la tuberosidad tibial

T6: Punto más proximal de la tuberosidad tibial

T7: Punto más prominente en el parte lateral del cóndilo lateral

Tabla 14 Líneas de regresión para la estimación de la longitud de la tibia (según Wright & Vásquez 2003)

segmento	varones	mujeres
0 – 6	7,407 + 0,914 (T)	3,281 + 0,930 (T)
1 – 6	-2,803 + 0,890 (T)	-5,925 + 0,923 (T)
1 – 7	-5,478 + 0,979 (T)	-8,034 + 0,990 (T)

Peroné

P0: Punto más proximal de la cabeza

P1: Punto proyectando más lateral de la cabeza, en el lado opuesto de la articulación proximal

P2: A nivel del foramen nutricio

P3: Borde proximal de la faceta articular distal

P4: Punto más distal del maléolo lateral

Tabla 15 Líneas de regresión para la estimación de la longitud del peroné (según Wright & Vásquez 2003)

segmento	varones	mujeres
0 – 3	- 6,583 + 0,951 (P)	-13,445 + 0,981 (P)
1 – 3	- 13,376 + 0,933 (P)	-23,848 + 0,974 (P)
1 – 4	- 7,512 + 0,984 (P)	-10,529 + 0,993 (P)

Sus análisis originales contienen adicionalmente tablas y ecuaciones para sexos combinados.

2.4. Reconstrucción con base en otros elementos esqueléticos

Adicional a los huesos largos se puede estimar la estatura con base en otros elementos óseos, a saber la columna vertebral, los metacarpos y los metatarsales. Definitivamente estos acercamientos no pueden sustituir los métodos mencionados anteriormente, y a causa de la cantidad y variedad étnica de las poblaciones analizadas solamente los métodos que toman en cuenta la columna y los huesos de la mano sirven en el contexto. Meadows & Jantz (1992) han efectuado un análisis para la reconstrucción de la estatura en base de los cinco metacarpales, tomando las mediciones del centro de la superficie articular proximal hasta el centro del punto distal (figura 9). Su población de referencia consistió en hombres y mujeres caucasoides y negroides. A causa de mayores errores de estándar se aplican sus ecuaciones de regresión solamente en ausencia de huesos largos. La tabla 16 contiene las ecuaciones para la mano derecha.

Tabla 16 Fórmulas de regresión para la estimación de la estatura en base de los metacarpales I a V (según Byers 2002)

varones caucasoides	varones negroides	mujeres caucasoides	mujeres negroides
1,659 MI + 91,77 +/- 5,52	1,659 MI + 89,15 +/- 5,52	1,659 MI + 90,02 +/- 5,52	1,659 MI + 85,45 +/- 5,52
1,261 MII + 85,51 +/- 5,15	1,261 MII + 81,60 +/- 5,15	1,261 MII + 82,52 +/- 5,15	1,261 MII + 76,11 +/- 5,15
1,279 MIII + 85,98 +/- 5,36	1,279 MIII + 81,61 +/- 5,36	1,279 MIII + 83,44 +/- 5,36	1,279 MIII + 76,80 +/- 5,36
1,375 MIV + 89,54 +/- 5,33	1,375 MIV + 85,44 +/- 5,33	1,375 MIV + 86,44 +/- 5,33	1,375 MIV + 81,07 +/- 5,33
1,443 MV + 93,16 +/- 5,67	1,443 MV + 89,35 +/- 5,67	1,443 MV + 89,95 +/- 5,67	1,443 MV + 84,41 +/- 5,67

Fig. 9 Mediciones de los metacarpales I hasta V usadas por Meadows & Jantz (modificado, según Bass 1995)

Según una evaluación preliminar se encontraron correlaciones altas en el contexto guatemalteco entre los resultados por Meadows & Jantz usando la ecuación para caucasoides y los estaturas calculadas por la fórmula de Genovés.

Otras fórmulas en base a los metacarpales presentaron Musgrave & Harneja (1978). Los investigadores analizaron 167 manos (varón derecha 67, varón izquierda 53, mujer derecha 26 y mujer izquierda 20) de pacientes entre 17 y 87 años de edad en un hospital en Inglaterra, tomando las mediciones en placas radiográficas. La tabla 17 representa sus resultados para la reconstrucción de la talla. Se toma en cuenta, que los metacarpales de la mano derecha son más largos que los de la mano izquierda. Se toma las mediciones según la siguiente definición:

MI: Del centro de la superficie articular al ápex de la cabeza

MII: Del punto proximal que es en la muesca dividiendo la superficie articular en dos lados al ápex de la cabeza

MIII: Del punto proximal en el centro del surco longitudinal, dividiendo la faceta del metacarpal II y la faceta del capitato, al ápex de la cabeza

MIV: Del centro de la superficie proximal al ápex de la cabeza

MV: Del punto próximo-distal en el centro de la cavidad al ápex de la cabeza

También las fórmulas de Musgrave y Harneja muestran correlaciones fuertes con las estaturas calculadas por Genovés.

Además Jason & Taylor (1995) elaboraron un método para la reconstrucción de la talla en base de las vértebras en los dos sexos de caucasoides y negroides. Usando huesos todavía articulados de autopsias los investigadores midieron la altura de los cervicales, dorsales y lumbares. La tabla 18 refleja, que varios segmentos de la columna vertebral son más valerosos que otros. Comparando los resultados obtenidos por este método con los otros mencionados anteriormente, se determinó grandes diferencias. De todos formas se recomienda la aplicación de aquellas fórmulas para la reconstrucción de la talla de pie solamente, cuando el inventario óseo no cuenta con huesos largos.

Tabla 17 Fórmulas de regresión para la estimación de la estatura en base de los metacarpales I a V (según Steele & Bramblett 2000)

varones		mujeres	
izquierda	**derecha**	**izquierda**	**derecha**
16,9 MI + 94,76 +/- 5,49	17,5 MI + 92,04 +/- 5,8	22,5 MI + 65,62 +/- 7,21	11,6 MI + 110,29 +/- 5,54
10,6 MII + 100,06 +/- 5,79	12,4 MII + 88,13+/- 5,84	26,1 MII + 3,1 +/- 5,58	13,5 MII + 74,61 +/- 4,7
11,2 MIII + 98,21 +/- 5,82	12,6 MIII + 88,8 +/- 6,01	22,5 MIII + 22,71 +/- 6,59	12,9 MIII + 80,26 +/- 4,73
12,9 MIV + 96,86 +/- 5,79	14,5 MIV + 87,19 +/- 5,95	22,6 MIV + 36,89 +/- 7,66	13,5 MIV + 85,94 +/- 4,98
11,7 MV + 109,35 +/- 6,3	13,6 MV + 99,38 +/- 6,2	22,7 MV + 45,97 +/- 8,14	15,2 MV + 83,17 +/- 4,72

Tabla 18 Fórmulas de regresión para la estimación de la estatura en base a las vértebras (según Byers 2002)

masculino		femenino	
caucasoides	**negroides**	**caucasoides**	**negroides**
5,40 C + 103,7 +/- 6,45	8,92 C + 62,3 +/- 5,94	5,19 C + 101,4 +/- 7,11	2,50 C + 134,1 +/- 5,41
3,60 D + 69,6 +/- 5,91	4,07 D + 59,3 +/- 6,09	3,92 D + 57,1 +/- 6,08	3,02 D + 84,2 +/- 3,58
4,06 L + 95,6 +/- 6,66	4,70 L + 85,7 +/- 6,74	4,38 L + 82,4 +/- 6,87	3,93 L + 91,5 +/- 4,32
2,39 (DL) + 58,6 +/- 6,03	2,79 (DL) + 42,7 +/- 5,82	2,65 (DL) + 42,9 +/- 5,72	1,98 (DL) + 75,2 +/- 2,60
2,07 (CDL) + 47,3 +/- 5,29	2,42 (CDL) + 29,4 +/- 5,09	2,33 (CDL) + 29,7 +/- 5,32	1,66 (CDL) + 70,3 +/- 3,62

2.5. Documentación de la estatura y mediciones reales

Como factor general de las reconstrucciones se puede mencionar los problemas de toma de las mediciones en sujetos del ensayo y además los cambios de la talla durante el día, que afecta hasta 5 cm en la medida por la compresión de los discos del cartílago, o durante la vida. En casos forenses. la manera usual de tomar la estatura es en base a cadáveres colgados, un método que agrega unos centímetros adicional al valor real. Otro problema representan los cambios seculares durante el siglo pasado. A través del mejoramiento de la comida, de los recursos en general, y de las condiciones de la vida, en grandes partes del mundo se aumentó la talla de la gente. Aparte de dichas situaciones existe el fenómeno en documentos oficiales como cédulas o licencias para conducir, que los hombres sobrestiman su altura más que las mujeres, pero si ellas también sobrestiman su estatura. La gente alta estima en términos generales su estatura más exacta que personas bajas. Además existen varias diferencias en términos de sub- o sobrestimación en comparaciones con datos colectados antemortem y la talla real (Byers 2002).

Otro factor, que incide en los cálculos comparativos entre la estatura estimada y la de las personas en vivo se aprecia en los errores dentro y entre observadores obtenidos de esta medida antropométrica. Existe una diferencia promedio hasta de 2,5 cm entre la estatura medida por la mañana, cuando el organismo se encuentra relajado, y la obtenida por la tarde, como consecuencia de la pérdida de tonicidad de los discos intervertebrales (Vallois 1965). También se presentan diferencias en la obtención de la talla por causas técnicas, ante todo por la ausencia en las oficinas de control del equipo apropiado como el antropómetro y por la posición incorrecta del individuo, por ejemplo causada por falta del plano de Francfort. En una muestra de 40 estudiantes universitarias, las medidas realizadas con el antropómetro presentaron una diferencia en promedio de 2,0 cm más bajas en comparación con la talla establecida en los documentos de identificación.

3. Estimación del peso

La reconstrucción del peso de las personas fallecidas está caracterizada por límites, causados por la derivación solamente con base en los restos óseos. Obviamente, los huesos forman parte del peso vital, aunque no lo representan por mayor parte como

el agua o los músculos. Además se toma en cuenta, que el peso corporal varía durante la vida y por eso no representa un criterio determinado para la identificación. Según Byers (2002), los factores significativos, que determinan el peso, son el sexo, la altura, la masa muscular y la robusticidad esqueletal. Se parte de la base de que hombres exhiben mayor peso en comparación con mujeres de la misma estatura, debido a la mayor parte de la masa muscular; también se asume, que personas altas pesan más que personas bajas. Por eso, se determina primero el sexo del esqueleto antes de intentar una estimación del peso, pero el peso corporal varía extremadamente, más que el peso de los huesos (Ingalls 1931). Trotter (1954) identificó en una muestra masculina la baja correlación (r=0,69) entre la talla y el peso de los huesos, donde el fémur determina significativamente la segunda medida.

La tabla 19 contiene las fórmulas de regresión para la estimación del peso con base en el peso de huesos secos de una muestra de 80 caucasoides y 19 negroides masculinos (Baker & Newmann 1957). Para dicha ecuación se mide el peso de todos los huesos secos en gramos, mientras el resultado obtenido del peso de la persona está en libras.
Los factores limitantes de este método en el contexto forense guatemalteco son primero, el requisito de la conservación del esqueleto entero, y segundo, una referencia no específica, que solamente enfoca en los individuos masculinos.

Tabla 19 Ecuación de regresión para la determinación del peso (por Byers 2002)

varones	regresión	error estándar
caucasoides	peso = 0,024 (peso de huesos secos) + 50,593 ± 20,1 peso = 0,233 (peso de fémur seco)+ 57,385 ± 22,2	20,1 22,2
negroides	peso = 0,013 (peso de huesos secos) + 85,406 ± 13,7 peso = 0,163 (peso de huesos secos) + 76,962 ± 13,3	13,7 13,3

Para esqueletos esquimales asiáticos, Debetz & Durnovo (1980) han elaborado una fórmula especifica:

peso corporal en masculinos 7,41 x ICVO + 64,21 - 1,07 x ILP
peso corporal en femeninos = 7,41 x ICVO + 68,50 - 1,07 x ILP

en donde ICVO representa el índice convencional de volumen óseo

$$ICVO = (FP^2 \times FL) + (TP^2 \times TL) + (HP^2 \times HL)$$

ILP refleja el índice de longitud de la pierna, que se calcula según el siguiente esquema:

$$ILP = (FL + TL) + 27{,}6\ (TL / FL) + 14{,}57 \text{ (en masculinos)}$$

$$ILP = (FL + TL) + 22{,}0\ (TL / FL) + 19{,}41 \text{ (en femeninos)}$$

con los factores denominados

F = fémur; T = tibia; P = perímetro; L = longitud máxima de los respectivos huesos
Sin embargo, estas reconstrucciones matemáticas representan solamente una

aproximación científica al peso corporal específicamente, porque no tienen su fundamento en muestras asiáticas cercanas. En estudios distintos y evaluaciones se han determinado que la estimación del peso varía hasta 200% (Byers 2002, Ingalls 1931, Trotter 1954). Debido a esta situación, generalmente los antropólogos forenses no intentan la estimación de este parámetro, aunque los hallazgos arqueológicos de los restos de la ropa permitan un acercamiento al aspecto del individuo.

4. Atribución del patrón ancestral

4.1. Introducción a los conceptos

El proceso de identificación en ocasiones abarca también la atribución del patrón ancestral (identidad biológica, filación biológica, filación cultural, etnia o raza) como criterio demográfico adicional además de sexo, edad, estatura o lateralidad. El conocimiento sobre estos criterios, los cuales son manifestaciones de factores climáticos, ecológicos o de aislamiento, ayudan al científico a lograr la identificación positiva. En otras palabras, la formación de las ascendencias es una respuesta adaptativa, cuyo resultado es la variación física. En la medida de su hipotética realidad, los grupos de ascendencia deben ser considerados a lo sumo como conglomerados de poblaciones, que comparten una historia biológica común en virtud de los procesos evolutivos de mutación, selección natural, derivación genética y flujo génico. Este último proceso ha incidido significativamente en la trasformación de la estructura genética de las poblaciones contemporáneas. Por tal razón, desde el punto de vista evolutivo, un grupo étnico es una categoría transitoria, dinámica, que cambia de forma y de frecuencia según las condiciones históricas, geográficas y morfológicas. De tal manera, la descripción de los grupos ancestrales no es más que una lista con características biológicas sin implicación más que la frecuencia dentro una población (Hoyme & Iscan 1989). Aunque existen críticos fuertes sobre los conceptos y términos de ascendencia o linaje biológico como la confusión con grupos nacionales, religiosos, sociológicos o de conceptos culturales, los forenses están obligados a determinar todos los criterios biológicos posibles de un individuo, incluyendo este, y refiriéndose a la historia genética o el fenotipo de las personas. Es obvio mencionar, que ni existen genes raciales específicos ni grupos étnicos o grupos de ascendencia puros, entonces se encuentra casi siempre una mezcla de características biológicas - incluso en los hallazgos individuales, que a veces parecen neutrales. Además se observa una variedad biológica tremenda entre los grupos.

Con la excepción de los dientes, especialmente los incisivos superiores, la mayoría de las características solamente permiten una investigación en el marco del patrón ancestral en esqueletos adultos. Para esto se analizan criterios morfológicos, en primer lugar del cráneo por la antroposcopía - la inspección visual - y morfométricos de los restos esqueletizados. Como problema general se puede mencionar la falta de investigaciones considerando la diferenciación entre los indígenas norteamericanos y los latinoamericanos, que reúnen rasgos de los caucasoides y asiáticos. Pero dentro de ciertos limites se utilizan las características de los asiáticos para la descripción de indígenas.

Tradicionalmente se utiliza el modelo de tres troncos, que se refiere a los mongoloides (asiáticos e indígenas americanos), caucasoides (de origen europeo y de la India del este) y negroides (africanos).

4.2. Morfología cráneo-dental

Entre los diferentes grupos de ascendencia existen varios rasgos que se manifiestan en los huesos, especialmente en el cráneo. El problema con estas características es la subjetividad en el marco de la observación, por lo cual se necesita estudiarlas en categorías discretas o no-continuas y no se miden objetivamente, o declararlas en gradaciones.Como criterios valiosos se analiza la apertura nasal, el viscerocráneo, la bóveda, el maxilar, la mandíbula y los dientes.

El rasgo craneal que muestra las mayores diferencias entre los grupos étnicos es la **apertura nasal**, especialmente la raíz, el puente, la espina (ver figura 10), el borde inferior y la forma de la apertura nasal. La raíz está ubicada en la región del nasion, donde el nasal se reúne con el frontal. El puente inicia en la raíz y esta formado por los nasales. La espina, ubicada en la parte central inferior de la apertura es saliente y frágil y por eso no común en los hallazgos forenses o históricos. En el borde inferior de la nariz se encuentra una variedad de formas de un borde bajando hasta la formación de un “nasal sill”, que forma una pared afilada. También la apertura nasal varía bastante en su forma y tamaño.

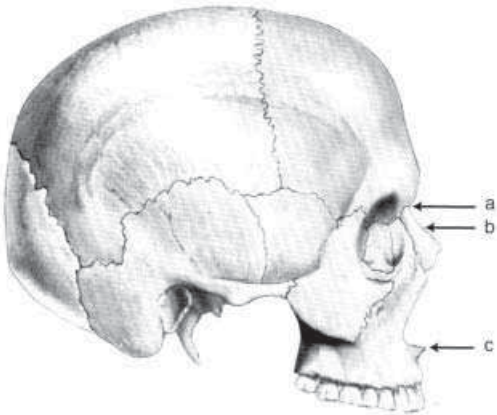
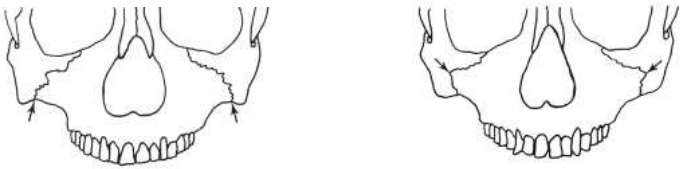


Fig. 10 Vista lateral del cráneo mostrando a) la raíz, b) el puente y c) la espina de la nariz (por Byers 2002)

La gente de origen europeo tiene como único grupo raíces salientes, observado fácilmente en vista lateral y generalmente los varones exhiben nasales más prominentes que las mujeres. Además, la raíz es más estrecha (en vista frontal) que en los otros grupos. El puente es diferente en todos los grupos: en individuos de origen asiático es bajo, en aquellos de origen europeo es alto y en los de origen africano es ancho y bajo. La espina es prominente y saliente en europeos, pequeña en asiáticos y a veces

ausente en africanos. En europeos se encuentra frecuentemente una pared afilada en el borde inferior de la nariz, mientras que es menos pronunciada en asiáticos y ausente en africanos. Este criterio se analiza utilizando un lápiz, ubicándolo en el maxilar. En europeos el lápiz no entra en la apertura nasal pues la pared lo detiene; en africanos sí puede entrar mientras que los asiáticos exhiben formas mezcladas. La apertura nasal forma un triángulo equilátero en africanos, y un pequeño triángulo en europeos, mientras que en asiáticos poseen una forma intermedia.

Otras diferencias aparte de la nariz se pueden notar en el **viscerocráneo**. La más importante es el perfil facial, pues los malares muestran diferencias pronunciadas. En africanos, la proyección del rostro es mayor y se refiere como prognatismo, causado por el tamaño de los huesos. En europeos el rostro es más vertical, incluso retrocedido y en asiáticos la proyección es intermedia. Para visualizar la proyección se traza una línea entre el punto de los nasales y el infradentale. Otra opción es poner un lápiz por la apertura nasal y tratar de colocar el dedo índice detrás el lápiz. En cráneos europeos esto sí es posible, en los cráneos de asiáticos es más difícil o imposible. Otro aspecto para distinguir los grupos étnicos es la forma del viscerocráneo. En individuos de origen asiático, los rostros son anchos con aplanamiento facial, expresado por una anchura cigomática amplia y a veces el malar es dividido por una sutura horizontal, creando el hueso Japónico, una fosa canina plana y con el aplanamiento natural del frontal. En europeos y africanos los rostros son más estrechos. Se puede evaluar este criterio por mediciones tradicionales (ver tomo I). Mientras las alturas faciales son iguales, la anchura de los asiáticos es mayor. La forma de las órbitas también exhiben diferencias entre los grupos, porque europeos poseen órbitas angulares, africanos rectangulares y las de los asiáticos parecen redondeadas. Los arcos superciliares muestran también diferencias entre los grupos étnicos, porque son más pronunciados en europeos. Además se distinguen entre europeos e indígenas americanos a través de la sutura cigo-maxilar, porque la mayoría de los europeos exhiben suturas curvadas, mientras indígenas poseen suturas anguladas (ver figura 11).



a) b)

Fig. 11 Sutura cigo-maxilar; a) angulada en indígenas y b) curvado en africanos (por Gill 1998)

Como último criterio del rostro se analiza el borde inferior de la órbita en vista lateral. Para el estudio de esta característica se traza una línea entre el borde superior y el inferior en plano Francfort. En asiáticos se observa una proyección del borde inferior, mientras que los europeos y los africanos no muestran esta característica.

Los criterios para distinguir los grupos de descendencia en la **bóveda** son las inserciones

musculares, las suturas craneales, el contorno sagital y el área post-bregmática. Mientras los cráneos europeos exhiben inserciones musculares pronunciadas y robustas, los asiáticos y africanos no son conocidos por su rugosidad, porque parecen más gráciles. Considerando las suturas craneales, los asiáticos poseen las suturas más complejas, es decir serradas (ver figura 12). Además, los huesos wormianos - huesos adicionales en la región del lambda - son frecuentes en este grupo. En el área post-bregmática, los africanos exhiben una depresión o concavidad, que no es común en los otros dos grupos, que muestran perfiles más rectos o de convexidad en esta región. De esto resulta un contorno sagital más bajo en africanos en comparación con asiáticos o europeos. Un criterio mencionado por Stewart (1979) es el borde anterior del meato auditivo externo. En radiografías tomadas en forma vertical se observan bordes rectos en europeos y curvados en africanos. El proceso mastoide también exhibe variaciones correlacionadas con los grupos de ascendencia (figura 13). Los ángulos de los mastoides africanos son oblicuos y por el borde anterior se ubica un tubérculo. Los mastoides de asiáticos e indígenas americanos son anchos, y en los europeos son más estrechos, puntiagudos y orientados verticalmente. Por el contrario, Hoyme & Iscan postularon que los mastoides más grandes y prominentes se ven en varones europeos e indígenas americanos y los más pequeños en mujeres africanas.

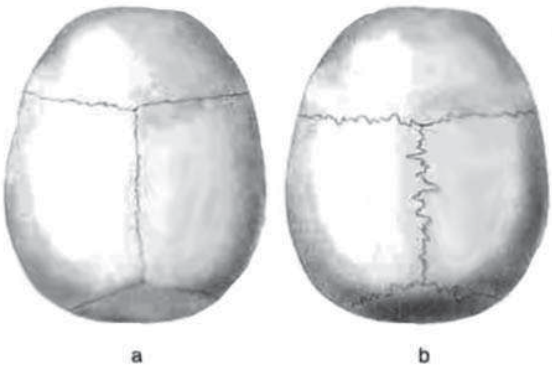


Fig. 12 Suturas craneales en vista vertical; a) simples en europeos; y b) complejas en asiáticos (por Byers 2002)

Fig. 13 Formas del mastoide; A) ancho en indígenas; B) oblicuo con tubérculo en africanos; y C) estrecho en europeos (por Gill 1998)

El **aparato masticativo** incluyendo los **dientes** sirve también para la atribución del patrón ancestral, porque sus tamaños varían entre los grupos étnicos. Los cráneos africanos son conocidos por la protrusión de la boca o el prognatismo alveolar. Para evaluar éste, se coloca la punta de un lápiz en la espina nasal. En africanos, por el prognatismo el lápiz no toca el mentón de la mandíbula. En asiáticos se observa el contacto de los incisivos superiores e inferiores en sus bordes ("edge-to-edge-bite"), mientras que los africanos poseen incisivos procumbentes y europeos usualmente sobremuerden. Entonces cuando se observa desgaste en los incisivos el individuo probablemente es de origen asiático. Los dientes de los europeos son frecuentemente grandes y no caben en el aparato masticativo, por lo cual causan la malposición de los mismos. Este apiñamiento es raro en asiáticos y africanos. Estos dos grupos exhiben también dientes grandes, pero con suficiente espacio en el maxilar y en la mandíbula. El extremo se observa en los maxilares de los africanos, donde existe suficiente espacio para un diente detrás del M3 o diastemas entre los incisivos superiores. El arco dental de individuos con origen en Europa es parabólico, de los africanos es hiperbólico (forma de una U) y en asiáticos es más redondeado o elíptico (figura 14).

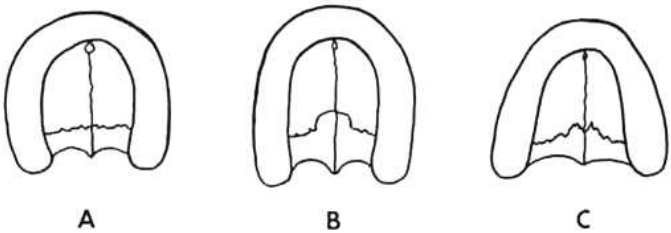


Fig. 14 Palatinos en A) indígenas en forma elíptica con suturas rectas, B) africanos en forma hiperbólica con suturas curvadas y C) en europeos en forma parabólica con suturas serradas (por Gill 1998)

La mandíbula de los caucasoides muestra una depresión o concavidad debajo de los incisivos y arriba del mentón saliente. Las mandíbulas de los africanos son largas y estrechas, con ramas bajas. En asiáticos se observan mandíbulas anchas con ramas ascendentes altas, gruesas y orientadas verticalmente. Los europeos exhiben mentones más salientes, mientras los de los africanos son embotados, y de los asiáticos más redondeados. Para la definición de las características dentales consultar tomo VI. Otro criterio, que se puede aplicar con precaución, son las extensiones del esmalte de la corona en molares, las cuales aparecen más frecuentemente en asiáticos en comparación con europeos o africanos. Finalmente, la forma de los dientes superiores sirve para la determinación del patrón ancestral. En asiáticos se observa frecuentemente la forma de pala en los incisivos (hasta 90%), que también ocurre en caninos o en su expresión pronunciada como un barril. Esta forma es muy distinta de las superficies linguales planas de europeos o africanos. En europeos aparece frecuentemente una cúspide adicional - conocida como cúspide de Carabelli - en la superficie mesolingual del primer molar maxilar (figura 15).

a) b)

Fig. 15 Características dentales; a) incisivos en forma de pala, y b) cúspide de Carabelli en el M1 (por Burns 1999)

Rodríguez Cuenca (1994, 2003) como Steele & Bramblett (2000) dieron una lista de rasgos dentales de la población indígena americana:

- Incisivos superiores en forma de pala
- Rotación de los incisivos centrales superiores con eversión del borde distal (“winging“)
- Tubérculo en el canino superior
- Hipocono en el primer molar superior
- Tubérculo de Carabelli
- Metaconúlido en segundo molar superior (5. cúspide)
- Cresta distal adicional del canino inferior
- Cúspides linguales múltiples en premolar mesial inferior
- Pliegue acodado del metacónido en los molares (“deflecting wrinkle“)
- Hipocónulido en segundo molar inferior
- Protostílido en molares inferiores
- Entocónulido

El tubérculo mesovestibular protostílido se aprecia con mayor incidencia en indígenas americanos y mongoloides que en caucasoides o negroides. Además, rasgos como el apiñamiento (“crowding”) de los incisivos laterales superiores, la rotación de los incisivos superiores centrales (“winging”), la reducción del hypocono en el segundo molar superior y el punto P de la variante del protostílido en los molares inferiores, que a veces tienen tres raíces, son rasgos distintivos de las poblaciones indígenas americanos (Rodríguez Cuenca 1994, 2003, Steele & Bramblett 2000).

En los mongoloides se aprecian raíces cortas de los incisivos, es frecuente la hipodontia, la ausencia congénita de dientes y perlas de esmalte oclusal en premolares como extensiones de esmalte en los molares. Las raíces de los molares están con frecuencia fusionadas, menos extendidas y también más cortas. El ensanchamiento de la cavidad pulpar acompañado de raíces fusionadas o taurodontismo, se ve con muy poca frecuencia en caucasoides; cuando está presente en mongoloides se observa una forma de reloj de arena o piramidal.

En la mandíbula de los negroides el primer molar configura comúnmente cúspide-5 con patrón intercuspidal con muestra de una Y. En caucasoides se observa un alto índice de anchura canina, descrito por el diámetro mesodistal del canino superior multiplicado por 100, dividido por el diámetro mesodistal del incisivo central superior.

Como resumen de las diferencias dentales Zoubov (1968) y Zoubov & Jaldeeva (1989) propusieron el complejo dental oriental y el complejo dental occidental. El primero equivale al mongoloide, el segundo al caucasoide y negroide de la clasificarón de Hanihara. El complejo oriental se caracteriza por la alta frecuencia de incisivos en pala, cresta distal del trigónido, pliegue acodado del metaconido ("deflecting wrinkle") de molares inferiores, sexta cúspide en el M1 inferior, mayor incidencia de séptima cúspide en molares inferiores y de metaconúlido en los superiores, tipo 3 del primer surco del paracono. A su vez, el complejo occidental resalta por alta frecuencia de la cúspide de Carabelli, cuarta cúspide en M2 inferior, tipo 2 del segundo surco del metacónido en M1 inferior. El tubérculo accesorio medial interno (tami), denominado también tubérculo intermedio, ubicado en la parte lingual de los molares inferiores, si bien no delimita claramente los dos complejos mencionados arriba, es un importante elemento diferenciador de los negroides.

El resumen de características morfológicas del cráneo se encuentra en la siguiente tabla:

Tabla 20 Rasgos morfológicos para determinar el patrón ancestral (según Burns 1999, Byers 2002, Gill 1998, Nafte 2000, Schwartz 1995)

estructura	rasgo	indígenas americanos	origen de Europa	origen de África
cráneo	forma	medio-ancho, inclinado	media	largo
	altura	media – baja	alta	baja
	anchura	ancha	ancha	estrecha
	contorno sagital	medio-bajo	alto, redondeado	variable
	suturas	complejo, con wormianos	simple	simple
bóveda	inserción muscular	lisas	desabridas	lisas
	diámetro	pequeño	pequeño	grueso
	post-bregma	recto	recto	con depresión
	forma mastoideo	ancha	estrecha con punto	oblicuo, tubérculo posterior grácil
rostro	forma	amplia	estrecha	estrecha
	prognatismo facial	moderado-ortognatismo	reducido en rostro superior y mediano	extremo
	anchura bifrontal	mayor	mediana	menor
	arco superciliar	pequeño	fuerte	pequeño
	proyección interorbital	baja	alta, prominente	baja
órbita	forma orbital	romboide	romboide – angulosa	redondeada - rectangular
	borde inferior orbital	saliente	retrocedido	retrocedido
zigomático	forma	robusto, saliente, resplandeciente con tubérculo malar	triangular, malares retrocedidos	triangular, malares retrocedidos
	anchura	ancha	delgada	delgada
	sutura cigo-maxilar	angulada	dentada o en forma de S	curvada o enforma de S
	anchura bicigomática	mayor	mediana	menor
nariz	abertura nasal	redondeada, mediana-alta	estrecha	ancha, ensanchadas
	tamaño	mediano / largo	largo	mediano / estrecho
	perfil	cóncavo-convexo	recto	recto / cóncavo
	raíz	bajo, cubierto con caballete	alto, estrecho	bajo, redondo
	nasal	bajo, forma de tienda	alto y en forma de arco,	bajo y llano
	forma puente nasal	mediana	con depresión del nasion alta	baja
	anchura puente	estrecha	estrecha	ancha, baja
	proyección puente	mínima	mayor	mediana
	espina nasal	mediana - prominente	grande, larga, prominente	pequeña - baja o ninguna
	borde inferior	llano, con pared afilado	pared muy afilado	acanalado, deprimido, suave, redondo
palatino	forma palatino	elíptica - parabólica	parabólica	hiperbólica - parabólica
	suturas palatinas	recta	forma de Z	forma de arco
	prognatismo alveolar	moderado	ortognatismo	fuerte
mandíbula	forma	robusta	mediana, convexo	larga, estrecha, grácil,
	rama	ancha	debajo de los incisivos alta	ángulo gonial oblicuo estrecha, baja
	mentón	embotado, moderado	bilateral cuadrado, saliente	retrocedido, intermedian
dientes		no atestado, a veces esceloso	atestado, impacto del M3 frecuente	atestado, impacto del M3 frecuente
	incisivos superiores	forma de pala	forma de hoja,espatulados	forma de hoja, espatulados
cabello		recto, diámetro redondo	ondulado, diámetro ovalado	rizado, diámetro bajo

4.3. Morfología poscraneal

Aunque unos huesos (por ejemplo la pelvis, omóplato) fueron estudiados para la atribución del patrón ancestral, parece que solamente el análisis del fémur lleva a cabo resultados satisfactorios (Stewart 1962). Por eso, las aplicaciones de los huesos poscraneales en el contexto de la determinación del patrón ancestral son limitadas.

En comparación, la diáfisis del fémur de los africanos exhibe una forma más recta que en europeos o asiáticos (figura 16), que muestran adicionalmente una línea áspera pronunciada. Estos dos grupos muestran una curvatura anterior en la diáfisis femoral, pero unos grupos de indígenas de Sur-América hacen una excepción, en el sentido que ellos también exhiben fémures más rectos. Ubicado en su superficie posterior, la cabeza y el cuello del fémur de individuos de origen de África es orientada más horizontal que en los grupos de ascendencia diferentes. En europeos, el fémur exhibe una torsión, es decir que el eje del cuello y de la cabeza son inclinados.

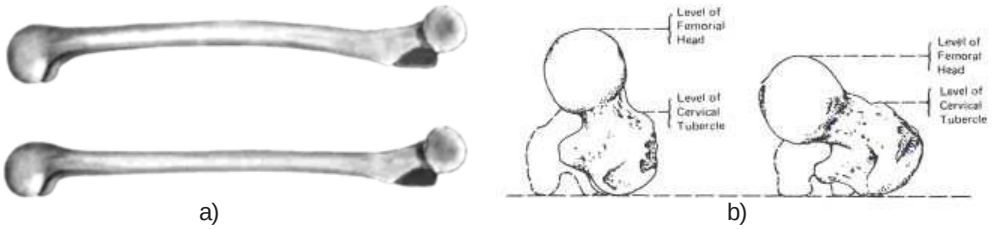


Fig. 16 Utilización del fémur; a) forma de la diáfisis femoral es en europeos y asiáticos curvada (arriba) y en africanos recta (abajo, por Byers 2002); y b) posición de la cabeza del fémur en europeos inclinada (izquierda) y en africanos horizontal (por Bass 1995)

Más reciente, Craig analizó fémures en base de radiografías. Steele & Bramblett (2000) mencionaron diferencias distintas en el sacro, documentadas por el índice basal, que es la relación entre la altura del primer segmento y la altura del borde superior de las alas del mismo segmento. Africanos exhiben sacros homobasales con alturas iguales mientras europeos poseen sacros hyperbasales con alas arriba del cuerpo.

También, la pelvis es importante en la estimación del grupo ancestral. Las investigaciones pioneras de T.W. Todd demostraron, que la pelvis caucasoide exhibe una amplia taza con torso ancho, mientras que la negroide es un pedestal de torso angosto. Posteriormente Iscan (1981), al estudiar las dimensiones pélvicas es decir, la anchura bi-ilíaca, altura antero-posterior del ala, diámetro transverso del ala, concluyó, que las dimensiones son más amplias en los caucasoides en comparación con negroides de los EEUU, siendo la anchura transversal del ala la más informativa de las tres. En general, la pelvis femenina y caucasoide es la más ancha con una sínfisis púbica más corta en altura (Rodríguez Cuenca 1994).

En general se distingue europeos de africanos por su esqueleto poscraneal más liviano y grácil con inserciones musculares de menor expresión. También, las articulaciones parecen más pequeñas. La pelvis de los africanos es en comparación con los europeos más alta y estrecha, y la curvatura de los lumbares de la columna vertebral es más profunda. Al contrario, la gente de origen europeo exhibe huesos más pesados, gruesos, con inserciones musculares fuertes y articulaciones más rugosas. Su pelvis es más ancha y la curvatura construida por los lumbares es leve.

4.4. Morfometría

A partir del siglo 19, antropólogos utilizaron métodos morfométricos para la atribución del patrón ancestral. Aunque, generalmente los métodos cuantitativos son objetivos y detectan un solo grupo ancestral, los análisis sufren algunos problemas, tales como muestras pequeñas y no-representativas y medidas ambiguas o difíciles de tomar. Normalmente los métodos métricos cuantifican los criterios morfognósticos, por eso frecuentemente no se determina el patrón ancestral por la morfometría, cuando no es posible por la morfología.

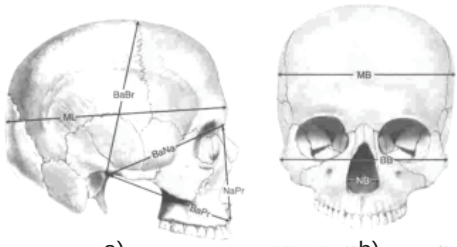
Las mediciones tomadas usualmente se aplican en cálculos de índices y funciones discriminantes. Los índices describen la forma de un objeto como relación entre ellos. Las operaciones matemáticas son la división de las medidas y la multiplicación por 100 para el cálculo de porcentaje. En el pasado, los antropólogos utilizaron los índices para la determinación del grupo ancestral con frecuencia, pero actualmente se sustituyeron por las funciones discriminantes. Estas evalúan estadísticamente diversas variables con base en mediciones antropométricas de diferentes grupos de origen al mismo tiempo, y sirven entonces para distinguir entre varios grupos distintos.

4.4.1. Mediciones e índices

Aparte de las mediciones craneales estándares (figura 17, consultar tomo I) Gill & Gilbert (1990) utilizaron medidas especiales de la nariz para la discriminación de los grupos de origen, básicamente refiriéndose a la proyección de esta estructura morfológica (figura 18). Para obtener estas medidas se necesita una herramienta especial, que es el simómetro. En base de dos mediciones se puede calcular después un índice.

Puntos y mediciones de la nariz (anchuras)

1) Anchura maxilo-frontal: distancia entre los maxilofrontales, los puntos de la intersección de la sutura fronto-maxilar con el borde interno de la órbita en la cresta anterior del lacrimal
2) Anchura cigo-orbital (midorbital): distancia entre los cigo-orbitales, los puntos de la intersección del borde orbital inferior con la sutura cigo-maxilar
3) Cuerda alpha: distancia entre los alphas, los puntos más profundos del maxilar, en una línea trazada entre la sutura cigo-maxilar donde se ubica la apertura nasal y el cigo-orbitale



a) b)

Fig. 17 Mediciones estándares craneales en a) vista lateral; y b) vista frontal; BaPr) altura basion- prostion; ML) longitud glabela-occipital; MB) anchura eurion-eurion; BaBr) altura basion-bregma; BaNa) altura basion-nasion; BB) anchura bicigomática; NaPr) altura prostion-nasion; NB) anchura nasal (por Byers 2002)

Puntos y mediciones de la nariz (subtensas)

1) Subtensa naso-maxilar frontal: distancia mínima en proyección sobre el plano medio del puente nasal entre la línea que une los dos puntos maxilofrontales
2) Subtensa naso-cigoorbital: distancia mínima en proyección sobre el plano medio del puente nasal entre la línea que une los dos puntos cigo-orbitales
3) Subtensa naso-alpha: distancia mínima en proyección sobre el plano medio del puente nasal entre la línea que une los puntos alpha

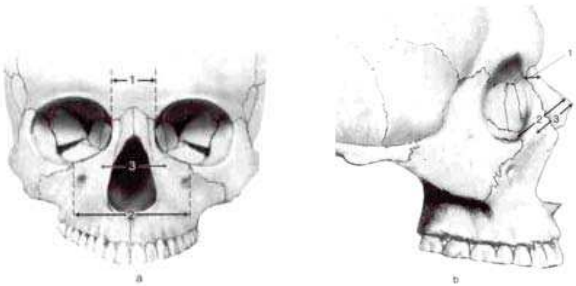


Fig. 18 Las mediciones de la nariz; a) anchuras en vista frontal; y b) subtensas en vista lateral (por Byers 2002)

Con base en dichas seis mediciones, Gill & Gilbert (1990) han presentado valores de índices mediante la división altura por anchura, que distinguen a europeos de africanos e indígenas. Esta operación subraya, que los europeos poseen valores mayores, indicando su proyección nasal mayor. La tabla con los valores de los índices se encuentra en el anexo, y figura 19 refleja su distribución.

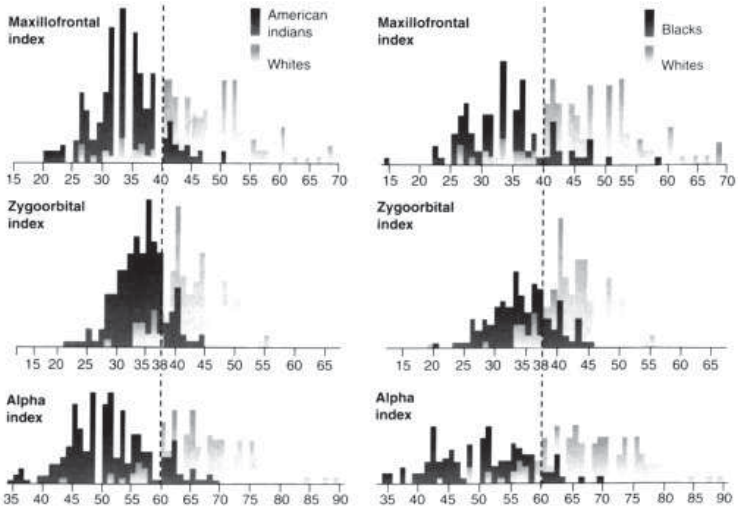


Fig. 19 Gráfico de la distribución de índices nasales en europeos, indígenas y africanos (por Byers 2002)

Para obtener más información morfométrica sobre los tres grupos de ascendencia se puede consultar la tabla en el anexo. Antes, Woo & Morant (1934) habían establecido índices para la determinación del patrón ancestral con base en 5.896 cráneos de orígenes geográficos diferentes. La definición de las mediciones se encuentra en el anexo y la tabla siguiente refleja sus resultados obtenidos.

Tabla 21 Grado de aplanamiento facial en los tres grupos étnicos (según Woo & Morant 1934)

índice	caucasoide		mongoloide		mongoloide	
	varones	mujeres	varones	mujeres	varones	mujeres
frontal	19,2+/-0,8	18,6+/-0,9	16,7+/-0,8	16,5+/-0,9	17,8+/-1,3	17,7+/-1,0
simótico	48,6+/-4,3	42,1+/-4,5	36,6+/-4,5	30,3+/-4,1	33,1+/-6,8	28,2+/-6,6
rhinal	42,9+/-3,7	38,8+/-4,1	33,2+/-3,3	30,9+/-3,8	30,9+/-4,9	29,7+/-4,7
premaxilar	35,7+/-1,1	35,5+/-1,4	34,8+/-1,6	35,3+/-1,6	37,1+/-2,5	37,0+/-1,9

Como se puede colegir, el índice frontal distingue a los mongoloides con rostros más aplanados de los negroides y caucasoides; los índices simótico y rhinal, que expresan el grado de pronunciamiento nasal, separan de manera evidente los caucasoides de los mongoloides y negroides; finalmente, el índice premaxilar, que refleja el grado de prognatismo alveolar, distingue a los grupos negroides de los mongoloides y caucasoides.

De manera más detallada que la observación visual mencionada anteriormente (capítulo 4.3.), Stewart (1962) analizó el fémur morfométricamente para la determinación del patrón ancestral. Se pueden sacar los valores de referencia de la tabla siguiente.

Tabla 22 Estimación del patrón ancestral con base en la morfometría del fémur (según Bass 1995)

medición o índice	grupo	promedio	desviación estándar	rango
longitud trocánter mayor – condilo lateral	negroides	450,6	24,1	411-500
	caucasoides	426,2	20,2	383-474
	indianides	433,3	18,9	404-482
altura del punto de nivelación	negroides	61,3	2,9	55-67
	caucasoides	61,7	3,0	55-68
	indianides	64,4	2,6	59-72
altura del punto de nivelación relativo a la longitud	negroides	13,6	0,7	11,9-14,6
	caucasoides	14,5	0,8	13,3-16,4
	indianides	14,9	0,8	13,3-16,4
altura de la diáfisis arriba del punto de la nivelación	negroides	7,6	2,4	4-15
	caucasoides	8,8	2,6	2-15
	indianides	10,9	3,0	6-20
altura de la diáfisis relativo a la longitud (índice de la curvatura)	negroides	1,7	0,5	0,8-3,3
	caucasoides	2,1	0,5	0,5-3,5
	indianides	2,5	0,7	1,3-4,3
distancia del trocánter mayor al punto de la curvatura máxima	negroides	204,6	28,9	159-287
	caucasoides	195,7	17,9	165-238
	indianides	230,3	27,9	185-308
distancia del punto de la curvatura máxima relativo a la longitud (índice de la posición)	negroides	45,3	5,5	35,9-62,1
	caucasoides	46,1	3,8	37,0-53,7
	indianides	53,2	6,3	43,4-70,3
indicador de la torsión	negroides	15,9	6,4	0-28
	caucasoides	15,5	6,4	0-29
	indianides	25,3	5,1	15-39

Además, Martin (1928) publicó datos de índices poscraneales, que muestran diferencias en los grupos ancestrales (tabla 23).

Tabla 23 Índices poscraneales por Martin (según Hoyme & Iscan 1989)

índice	origen de			
	América	Europa	África	Asia
bracial – radio/húmero	77,6	74,3	78,2	78,0
crural – tibia/peroné	83,7	81,0	84,5	83,6
índice fémur/húmero	71,4	71,6	69,9	70,5
intermembral –húmero+radio/fémur+tibia	69,3	67,6	68,4	68,7

Considerando los primeros dos índices, los europeos poseen húmeros y fémures más largos en relación al hueso contraparte y a los otros grupos. El tercer índice subraya esta situación. En relación a los húmeros, los indígenas americanos también exhiben fémures largos. El índice intermembral de los indígenas americanos y europeos además explica que los huesos de los brazos son más largos en relación a los huesos de la pierna y en comparación con los asiáticos y africanos. Las poblaciones de África y Asia son parecidas en el sentido de los índices demostrados.

4.4.2. Funciones discriminantes

En 1962 los autores Giles & Elliot aplicaron funciones discriminantes para la atribución de la ascendencia con base en ocho variables ya presentadas en capítulo 4.4.1. La muestra consistió de más de 400 especímenes de la colección Terry, definida por edad, sexo y grupo étnico. Con sexos conocidos, las funciones trabajan de manera más adecuada.

En los resultados representados en tabla 24, se necesita tomar en cuenta, que el grupo de indígenas en la muestra es prehistórico, y por eso los valores no necesariamente son representativos o aplicables para los grupos recientes en el contexto forense.

Tabla 24 Valores de la función discriminante separando americanos caucasoides de americanos negroides en base de mediciones craneales (según Giles & Elliot 1962)

medición	varones africanos	europeos/ indígenas	mujeres africanas	europeas/ indígenas
basion – prostion	+ 3,06	+ 0,10	+ 1,74	+ 3,05
longitud glabela – occipital	+ 1,60	- 0,25	+ 1,28	- 1,04
anchura máxima	- 1,90	- 1,56	- 1,18	- 5,41
altura basion – bregma	- 1,79	+ 0,73	- 0,14	+ 4,29
basion – nasion	- 4,41	- 0,29	- 2,34	- 4,02
diámetro bicigomático	- 0,10	+ 1,75	+ 0,38	+ 5,62
altura prostion – nasion	+ 2,59	- 0,16	- 0,01	- 1,00
anchura nasal	+10,56	- 0,84	+ 2,45	- 2,19
punto de la sección	89,27	22,28	92,20	130,10

Para la aplicación de estos valores se multiplica cada medición empírica por su factor del sexo conocido correspondiente en los dos grupos y se calcula la sumatoria. Cuando el resultado de la ecuación es más pequeño que el punto de la sección presentado en la última fila, el individuo refiere probablemente al grupo del origen europeo (comparar figura 20). Según los autores, las atribuciones son de 80% hasta 95% fiables.

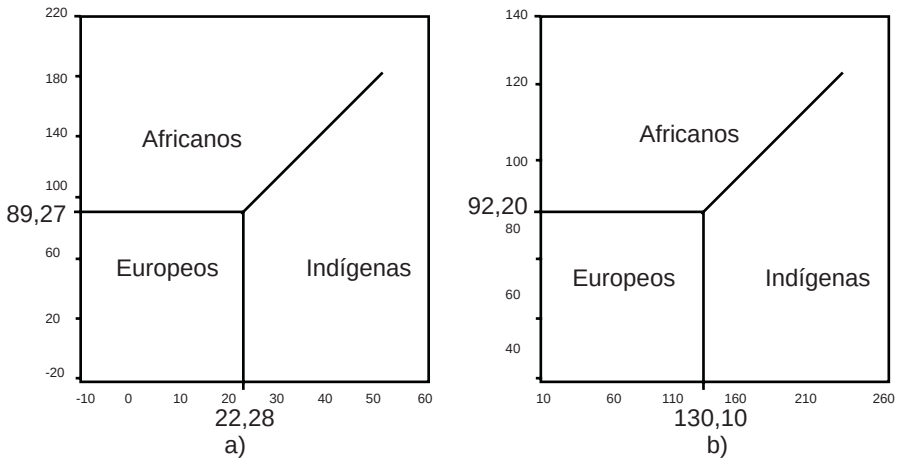


Fig. 20 Distribución de los valores de la función de discriminación entre los grupos étnicos en a) hombres y b) mujeres (según Bass 1995)

También Howells (1973, 1989) efectuó análisis discriminantes en cráneos de orígenes diferentes, pero su inventario de mediciones consistió en veinte medidas y seis (6) ángulos no-tradicionales, porque los resultados no son comparables. Existen también fórmulas y funciones discriminantes para el poscráneo, pero que fueron elaboradas con muestras pequeñas o las mediciones utilizadas eran complejas y tampoco comparables. Por ello, no se brinda mayor información en la aplicación para la determinación del patrón ancestral.

5. Características epigenéticas

El esqueleto humano exhibe en cierto grado variantes anatómicas, que fueron observadas desde la antigüedad griega y por anatomistas europeos tempranos (ver Blumenbach 1776). Hoy en día se utilizan estas características como criterios para la individualización o la descripción de grupos a niveles distintos. Así, su sistematización en cuanto a la coincidencia y frecuencia relativa de estas discretas permite al antropólogo la clasificación según grupo, familia, clan, círculos matrimoniales, basado en la suposición de que individuos relacionados exhiben una morfología parecida en comparación con personas vinculadas más lejanas (Herrmann et al. 1990, Schwartz). En la literatura antropológica se denominan dichas variantes como discretas, epigenéticas, no-métricas, discontinuas, atavismo, características específicas cualitativas, o anomalías esqueletales, para mencionar las más comunes. Se definen las variantes como características morfológicas micro espaciales, que varían discontinuamente. Se asume una alta probabilidad de su determinación genética y en segundo orden el control ambiental, aunque no se ha estudiado su herencia poligénica en detalle. El primer modelo del control genético de las variantes esqueletales fue elaborado por Grünberg (1952).

En su mayoría, la expresión de las variantes es simétrica en ambas partes del esqueleto y alternativa, es decir, aspecto presente o ausente, abierto o cerrado, más o menos de la cantidad esperada (Herrmann et al. 1990, Perizonius 1979, Schwartz 1995).

Se dividen las epigenéticas en categorías:

- Hiperostótica con actividad ósea reforzada
- Hipostótica con actividad ósea acortada
- Forámenes
- Superficies y facetas de articulación adicionales

En su totalidad se han descrito más de 400 variantes no-métricas (Mays 2003, Saunders 1989) y a continuación se presentan las más frecuentes. Para la revisión de las características no-métricas dentales consultar en el tomo VI las variantes descritas en el capítulo 1.2.3., de la proliferación del esmalte y de las cúspides, las estructuras supernumerarias de la corona y de las raíces, las hipodontias y las reducciones de las raíces.

Hiperostosis y huesos accesorios

Las hiperostosis ocurren en varias formas como protuberancias o excrecencias óseas en el esqueleto donde normalmente no existen. Como ejemplo se observa un puente posterior en el atlas. Otros fenómenos son los toros, frecuentemente localizados en el maxilar, donde el toros maxilar forma una cresta en el plano mediosagital y en la mandíbula.

Los huesos accesorios presentan material óseo adicional que ocurre en diversas formas en varias partes del esqueleto. En el cráneo, los más frecuentes están dentro o continuo a las suturas, donde aparecen como resultado de la osificación falsa y forman huesos wormianos, oscículos supernumerarios. La frecuencia de los huesos wormianos varía entre 20 hasta 80 % en cráneos humanos, dependiendo de la región geográfica de origen. Los huesos epiptéricos están localizados en los puntos craneales (“landmarks”) como en el lambda, bregma o pterion con una frecuencia entre cinco hasta 20%. Un hueso adicional en el borde inferior del zigomático forma el hueso japónico con alto yacimiento en japoneses, así como el toros palatino (Mays 2003).La protuberancia ósea en la pared del canal auditivo es conocida como el toros auditorio, que está provocado, según Kennedy (1986) por la exposición del meato acústico al agua fría (Mays 2003).

En el análisis, cuando los oscículos están ausentes el antropólogo puede confundirse con traumas circunmortem, porque su pérdida deja un vacío parecido a un trauma y su presencia separada se parece a un trauma obtuso con desconexión entre segmentos; para evitar una confusión, se estudian los bordes que serán redondeados y también habrá ausencia de líneas de fracturas, que serían indicadoras de impacto exterior (Byers 2002).

En el poscráneo, también existen huesos supernumerarios, por ejemplo vértebras adicionales de la columna o sesamoides de la mano y del pie, que aumentan la cantidad normal de los 206 huesos en el esqueleto humano.

Se asume generalmente la incidencia de los criterios hiperostóticos más alta en hombres en comparación con las mujeres, además la progresión con la edad individual (Saunders 1998).

Hipostosis y anomalías de no-fusión

Las hipostosis son caracterizadas por deficiencias óseas espaciales u osificaciones incompletas, generalmente presentadas por perforaciones y depresiones en los huesos, donde normalmente no las habría. Una variación hipostótica es la escotadura vasta, consistente en una depresión en la superficie supero-lateral de la rótula.

Las variantes de la fusión presentan otro aspecto de las características epigenéticas. La anomalía más conocida de falta de fusión en el cráneo es el metopismo, la retención de la sutura metópica. Al nacimiento, la sutura metópica divide las dos partes del frontal verticalmente y normalmente fusiona a partir de dos hasta ocho años de la vida. Sin embargo, es común observar una sección pequeña no fusionada encima del nasión, mientras 1-10 % de la población mundial mantienen la sutura metópica por su vida entera.

En el esqueleto axial, la variante más frecuente es la espondilosis, la separación del arco vertebral del cuerpo, que ocurre a menudo en las lumbares. Similarmente a las vértebras, el sacro exhibe una separación en la parte dorsal del arco neural, descrito como la espina bífida. Esta espina bífida es una anomalía congénita con alta tasa mortal en tiempos históricos. En el esternón, la perforación completa del cuerpo es común, y el omóplato exhibe la no-fusión del proceso coronoideo con una frecuencia entre 1 – 8 %. Otra variante del omóplato es la fosa supraescapular. En las extremidades inferiores, la rótula presenta la condición de no-fusión en los bordes supero-lateral, medial o en su extremo distal, conocida como patella bipartita, en 3% de la población mundial. En la clavícula se manifiesta una forma de pseudoartrosis congénita, cuando falta la fusión de las partes medial y lateral. Este fenómeno se observa en su mayoría en el lado derecho; sin embargo puede ocurrir bilateral. El cúbito exhibe el hueso triangular, que resulta por la no-fusión del proceso estiloide. Similarmente, los maléolos de la tibia y del peroné se mantienen sin fusión en adultos. El astrágalo exhibe el hueso trígono sin fusión del proceso posterior.

Generalmente, se asume la incidencia de los criterios hipostóticos más alta en mujeres en comparación con los hombres; además de su regresión con la edad individual (Saunders 1998).

Variantes de forámenes

Los forámenes adicionales se presentan en varias regiones del esqueleto y el investigador puede confundirse con traumas punzantes (Byers 2002).

Las variantes constan por la presencia de forámenes donde normalmente no existen, o por otro lado en la falta donde originalmente el hueso exhibe un foramen (Mays 2003). En el cráneo, los más conocidos son en el área del obelion, el parietal, el supraorbital, el cigomático-facial, el múltiple infraorbital y el foramen Huschke, que está localizado en el canal auditivo al nacimiento y normalmente desaparece hasta los cinco años de edad. En el poscráneo, la variante más común es la apertura septal, un hoyo encima del olécranon del húmero.

Variación de las facetas articulares

En el esqueleto humano las articulaciones forman facetas del contacto, y las variaciones consisten en extensiones y alargamientos de las facetas, así como las divisiones de las superficies articulares. Alternativamente, las facetas están ubicadas en posiciones anormales o presentan articulaciones adicionales (Mays 2003). Un ejemplo son las facetas que resultan cuando la persona está habitualmente en cuclillas, que se presenta en una dorsiflexión extrema del pie y provoca en la tibia una faceta adicional distal y en el astrágalo una superior. Estas facetas se detectan frecuentemente en poblaciones indígenas o aborígenes de Australia (Singh 1959, Rao 1966), con más individuos femeninos que la exhiben, en comparación con hombres (Mays 2003).

Las facetas adicionales como productos mecánicos habituales permiten en concreto la identificación de actividades específicas y así la individualización o determinación de un cierto grupo profesional.

La siguiente lista de las características epigenéticas sigue el esquema propuesto por Buikstra & Ubelaker (1984), quienes presentaron los criterios según su importancia.

Características epigenéticas en el cráneo

1. **Sutura metópica:** ubicada en el frontal en plano mediosagital, desde bregma al nasion. Persistencia de la sutura interfrontalis, que usualmente fusiona hacia ocho años de edad. La sutura puede ser completamente mantenida o extenderse por corta distancia encima del nasion. Se anota 0 = ausente; 1 = parcial; 9 = no observable (figura 21)

2. **a. Foramen supraorbitario:** presencia de un foramen en el margen supraorbital del frontal. Se registra como presente cuando el hueso exhibe una perforación completa del la tabla externa e interna. Se clasifican como supraorbitales los forámenes en el borde superior horizontal, mientras que aquellos ubicados en el aspecto vertical (medial) y horizontal de la órbita se clasifican como foramen supratróclear. Se anota 0 = ausente; 1 = presente; 2 = forámenes múltiples; 9 = no observable (figura 21)
   b. Escotadura supraorbitaria: presencia de una escotadura en el margen supraorbital del frontal. Se anota 0 = ausente; 1 = presente < ½ cerrado; 2 = presente > ½ cerrado; 3 = presente con grado desconocido; 4 = forámenes múltiples; 9 = no observable (figura 21)

3. **Sutura infraorbital:** ubicada en las superficies facial y orbital, aunque se registran solamente las suturas en la superficie facial. Una sutura completa se extiende desde el borde orbital hasta el foramen infraorbital. Se distingue entre suturas parciales y completas. Se anota 0 = ausente; 1 = parcial; 2 = completa; 9 = no observable (figura 21)

4. **Forámenes infraorbitales múltiples:** forámenes localizados en la superficie anterior exterior del maxilar bajo del borde infraorbital y encima de la fosa canina. Se prueba con una fibra elástica, que el foramen se extiende hasta el canal que abre el suelo orbital. Cuando se observa la división dentro del canal infraorbital se registra de manera distinta que los verdaderos forámenes múltiples. Se anota 0 = ausente; 1 = solo división interna; 2 = dos forámenes distintos; 3 = >dos forámenes distintos; 9 = no observable (figura 21)

5. **Forámenes cigomático-faciales:** forámenes ubicados en la superficie facial del cigomático (malar). Se registra el tamaño y también la cantidad de los forámenes. Se anota 0 = ausente; 1 = uno grande; 2 = uno grande y uno pequeño; 3 = dos grandes; 4 = dos grandes y un pequeño; 5 = un pequeño; 6 = varios pequeños; 9 = no observable (figura 21)

6. **Foramen parietal (obelion):** ubicado en el parietal, dentro o cerca de la sutura del obelion. El foramen pasa dentro del canal y se extiende y perfora la tabla interna. Forámenes presentes solamente en la tabla interna no se registra. Se anota 0 = Ausente; 1 = presente en parietal; 2 = presente sutural; 9 = no observable (figura 22)

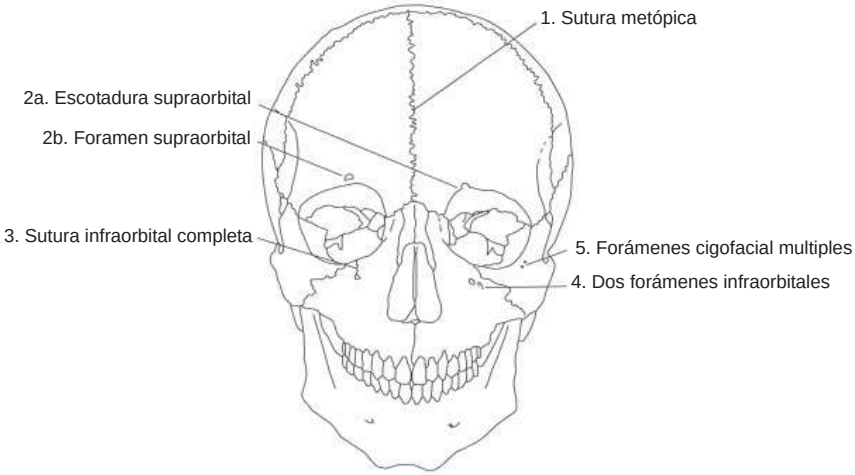
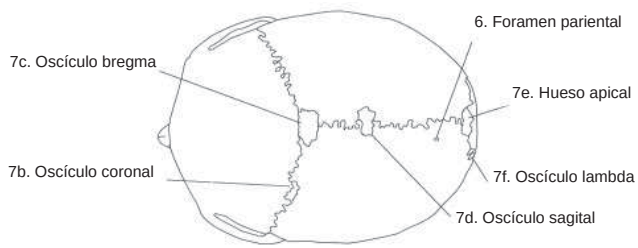


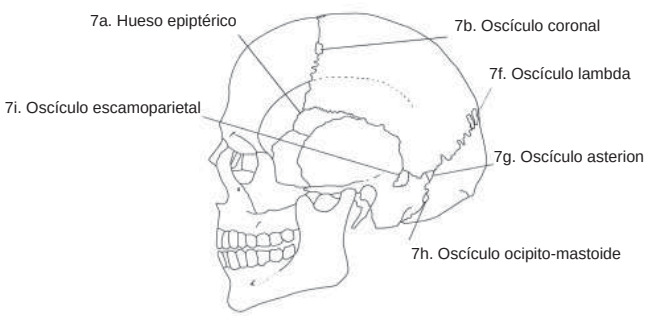
Fig. 21 Vista frontal del cráneo ilustrando la ubicación de epigenéticas (modificado, según Buikstra & Ubelaker 1994)

7. **Huesos suturales:** los huesos ubicados en lugares específicos de la bóveda craneal. Son osificaciones verdaderas separadas y no son partes de una sutura compleja. Para registrar, deben ser visibles las suturas contiguas. Se anota 0 = Ausente; 1 = presente; 9 = no observable (figura 22)

   a. Hueso epiptérico: ubicado en el cruce de los huesos frontal, parietal, temporal y esfenoides
   b. Oscículo coronal: ubicado dentro de la sutura coronal
   c. Oscículo bregmático: ubicado en el cruce de los huesos parietales con el frontal, formado en la fontanela anterior
   d. Oscículo sagital: ubicado dentro de la sutura sagital
   e. Hueso apical: ubicado en el lambda, dentro de la fontanela posterior
   f. Oscículo lambdoide: ubicado dentro de la sutura lambda
   g. Oscículo asterion: ubicado en el cruce de los huesos occipital, parietal y temporal
   h. Oscículo occipito-mastoide: ubicado dentro de la sutura entre el temporal y occipital
   i. Oscículo escamoparietal: ubicado dentro de la escotadura parietal, entre la porción escamosa del temporal y parietal



a)



b)

Fig. 22 Ilustración de epigenéticas en el cráneo, a) en vista vertical; y b) en vista lateral (modificado, según Buikstra & Ubelaker 1994)

8. **Hueso Inca:** falta de la fusión de los centros primarios de la osificación en la porción escamosa del occipital. Frecuentemente una sutura transversal (sutura mendosa) divide la porción escamosa a nivel más alto de la línea nucal. Se distingue el hueso inca de la presencia del hueso lambda, que es más pequeño y centrado en la fontanela posterior. Se anota 0 = ausente; 1 = completo; 2 = bipartito; 3 = tripartito; 4 = parcial; 9 = no observable (figura 23)

9. **Canal condilar:** apertura del canal dentro de la fosa condilar, posterior de los cóndilos occipitales. Un canal abierto es orientado antero-medial, terminando en un foramen en la parte superior de la porción lateral, dentro de la cavidad craneal o dentro de la escotadura yugular. Se anota 0 = no patente; 1 = patente; 9 = no observable (figura 10)

10. **Canal hipoglosal dividido:** el canal es ubicado superior al cóndilo occipital, normalmente en un ángulo perpendicular al eje central del cóndilo. El canal puede exhibir la división por espinas localizadas dentro del canal o en el apesto interno continuo al foramen magno. Se registra tanto la localización de las espinas, como la integridad que forma el puente. Se anota 0 = ausente; 1 = parcial en superficie interna; 2 = parcial dentro del canal; 3 = completo en superficie interno; 4 = completo dentro del canal; 9 = no observable (figura 23)

11. **Dirección de la flexura de la cresta sagital superior:** en la cara interna, la cresta sagital superior se curva normalmente al lado derecho. Variaciones incluyen la bifurcación y cuando la cresta se dobla hacia el lado izquierdo. Se anota 0 = derecha; 1 = izquierda; 2 = bifurcación; 9 = no observable (figura 23)

12. **Foramen ovale incompleto:** en el esfenoides, el foramen ovale se abre hacia el foramen lacero. Se anota 0 = ausente; 1 = formación parcial; 2 = sin definición del foramen; 9 = no observable (figura 24)

13. **Foramen espinoso incompleto:** en el esfenoides, el foramen espinoso se abre hacia el foramen lacero. Se anota 0 = ausente; 1 = formación parcial; 2 = sin definición del foramen; 9 = no observable (figura 24)

14. **Puente pterigo-espinoso:** puente óseo causado por la fusión de la lámina lateral del plato pterigo del esfenoides y la espina angular. Se distingue entre el puente completo y la osificación completa. Se anota 0 = ausente; 1 = rastro; 2 = puente parcial; 3 = puente completo; 9 = no observable (figura 24)

15. **Puente pterigo-alar:** puente óseo causado por la fusión de la lámina lateral entre plato pterigo lateral y la superficie inferior del ala mayor. Se distingue entre el puente completo y la osificación completa. Se anota 0 = ausente; 1 = rastro; 2 = puente parcial; 3 = puente completo; 9 = no observable (figura 24)

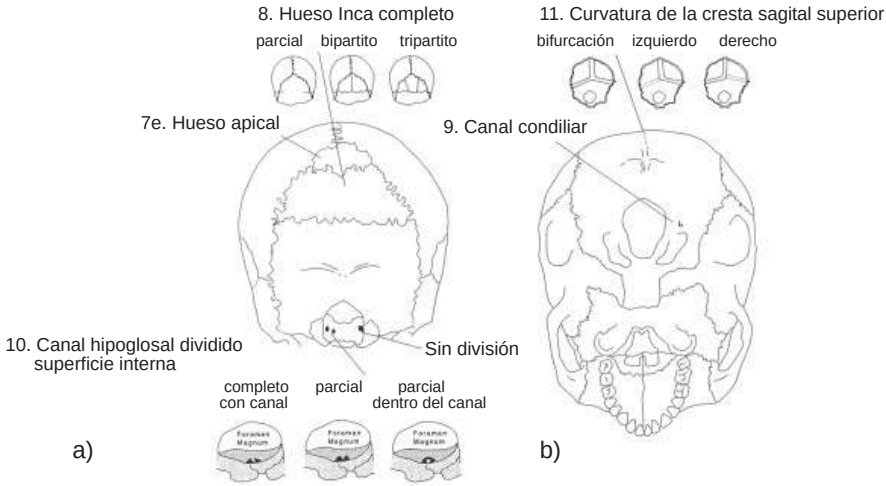


Fig. 23 Ilustración de epigenéticas en el cráneo; a) vista occipital y b) vista basal (modificado, según Buikstra & Ubelaker 1994)

16. Foramen timpánico: cierre incompleto del plato timpánico del temporal. Este defecto ocurre en el aspecto anterior, posteriormente a la fosa mandibular. Se distingue entre forámenes pequeños y la falta extensiva de la osificación. Se anota 0 = ausente; 1 = foramen; 2 = defecto presente; 9 = no observable (figura 24)

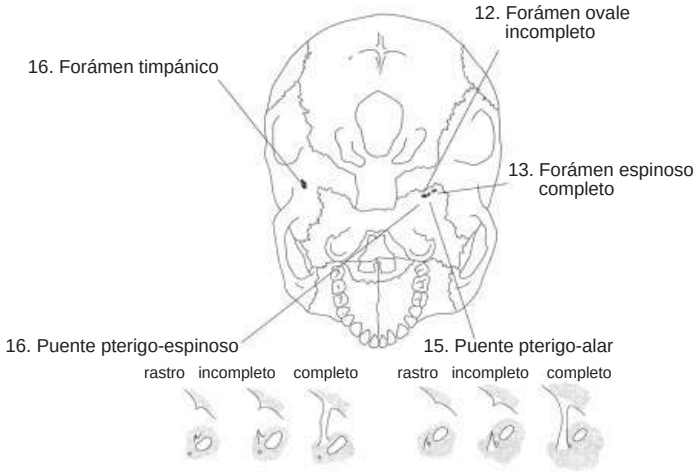


Fig. 24 Ilustración de epigenéticas craneales en vista basal (modificado, según Buikstra & Ubelaker 1994)

17. **Toros auditorio exostosis:** nudo óseo desarrollado dentro del meato auditorio interno. Se estima el grado de la oclusión del canal. Se anota 0 = ausente; 1 = < 1/3 canal cerrado; 2 = 1/3 – 2/3 del canal cerrado; 3 = > 2/3 del canal cerrado; 9 = no observable (figura 24)

18. **Foramen mastoide:** foramen ubicado posterior al proceso mastoide, usualmente en el temporal, pero ocasionalmente en el occipital o dentro de la sutura occipito-mastoide. Se reporta tanto la locación, como la cantidad. Se anota la localización 0 = ausente; 1 = temporal; 2 = sutural; 3 = occipital; 4 = sutural y temporal; 5 = occipital y temporal; 9 = no observable y la cantidad 0 = ausente; 1 = un; 2 = dos; 3 = > que dos; 9 = no observable (figura 25)

19. **Foramen mental:** forámenes ubicados en la superficie externa del cuerpo mandibular, inferior del premolar 3. La variante más común es la presencia de forámenes dobles. Se anota 0 = ausente; 1 = un; 2 = dos; 3 = > que dos; 9 = no observable (figura 25)

20. **Toros mandibular:** prominencia ósea o serie de nudos óseos desarrollados en la superficie lingual de la mandíbula a nivel de los premolares y caninos. Se distingue de la línea mylohioid robusta. Se anota 0 = ausente; 1 = rastro palpable; 2 = moderato con elevación 2-5 mm; 3 = marcado con elevación > que 5 mm 9 = no observable (figura 25)

21. **Puente mylohioid:** puente óseo sobre el canal mylohioid de la mandíbula, o en la región del foramen mandibular, o aproximadamente en el centro de la fosa. Se registra tanto la localización como el grado de la formación del puente. Se anota la localización 0 = ausente; 1 = cerca del foramen mandibular; 2 = centro de la fosa; 3 = puente cerca del foramen mandibular y otro en centro de la fosa, con hiato; 4 = puente cerca del foramen mandibular y otro en centro de la fosa, sin hiato; 9 = no observable, el grado: 0 = ausente; 1 = parcial; 3 = completo; 9 = no observable (figura 25)

Además se anotó como epigenéticas craneales

Surco frontal: fosa única o un par de fosas de profundidad y anchura variable, que se elevan oblicuamente desde la región supraorbital hasta la línea temporal

Foramen etmoidal: variación en cantidad y localización de los forámenes etmoidales anterior y posterior

Escotadura o foramen supratróclea: ubicado en el aspecto superior de la pared media de la órbita

Faceta condilar doble: variación en tamaño, forma y orientación del cóndilo occipital

Proceso paracondilar: proceso localizado lateral al cóndilo occipital, medial al proceso mastoide, y posterior a la fosa yugular

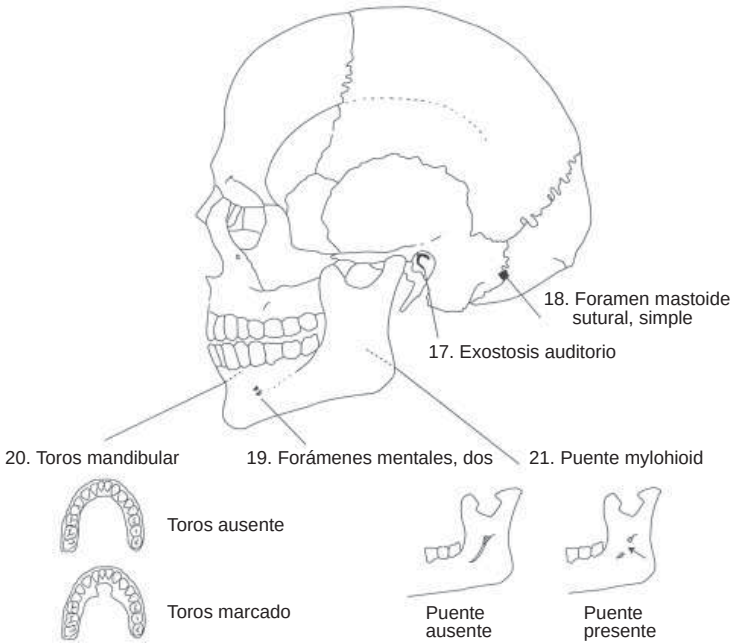


Fig. 25 Ilustración de epigenéticas craneales en vista lateral (modificado, según Buikstra & Ubelaker 1994)

Puente en foramen yugular: variación en localización e integridad de la división

Tubérculo faringeal: tubérculo ubicado anterior del foramen magno, en el aspecto inferior del occipital basilar

Puente clinoidal: puentes que unen los procesos clinoidales anterior y medio del esfenoides, los procesos clinoidales anterior y posterior del esfenoides y / o los procesos clinoidales medio y posterior del esfenoides

Foramen palatinal accesorio: forámenes pequeños ubicados posterior al foramen palatinal, en el proceso horizontal del palatino

Toros palatinal: prominencia ósea a lo largo del plano mediosagital del palatino

Toros maxilar: aumento de tamaño en el borde lingual del proceso alveolar a nivel de los molares del maxilar

Mandíbula Rocker: curvatura de la superficie inferior de la rama horizontal de la mandíbula

Espina suprameatal: espina ubicada directamente superior y posterior del meato auditivo externo

División del parietal: división del parietal por una sutura horizontal o vertical

Tubérculo marginal: proyección en el borde temporal del proceso frontal en el cigomático

Hueso Japónico: sutura, usualmente horizontal, que divide el cigomático en dos partes (figura 26)

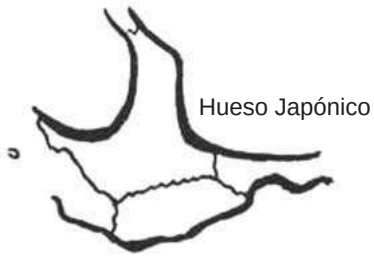


Fig. 26 Hueso Japónico (modificado, según Brothwell 1987)

Características epigenéticas en el poscráneo

22. **Puente en atlas:** se registra la localización y el grado de expresión. Puente lateral con conexión entre aspecto lateral de la faceta articular superior con la masa lateral. Puente posterior con conexión entre aspecto de la faceta articular superior con el arco posterior. Se anota en la puente lateral 0 = ausente; 1 = parcial; 2 = completo; 9 = no observable, y en la puente posterior 0 = ausente; 1 = parcial; 2 = completo; 9 = no observable (figura 27)

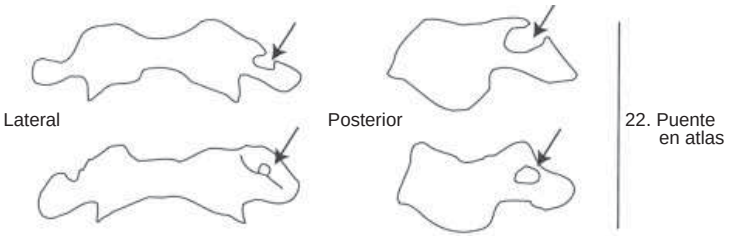


Fig. 27 Ilustración de puente parcial posterior (arriba) y puente completo posterior (abajo) en el atlas (modificado, según Buikstra & Ubelaker 1994)

23. **Foramen transverso accesorio:** división parcial o completa del foramen trasverso. Se anota 0 = ausente; 1 = parcial; 2 = completo; 9 = no observable (figura 28)

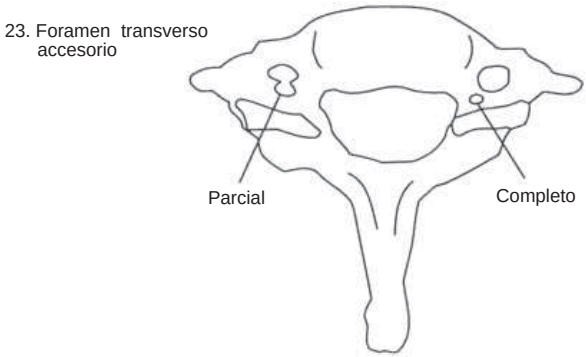


Fig. 28 Ilustración de forámenes transversos accesorios parcial (izquierdo) y completo (derecho) en la séptima vértebra cervical (modificado, según Buikstra & Ubelaker 1994)

24. **Apertura septal:** perforación del húmero distal entre la fosa del olécranon y la fosa coronoidea. Se registra el grado de su expresión. Se anota 0 = ausente; 1 = foramen pequeño; 2 = perforación verdadera; 9 = no observable (figura 29)

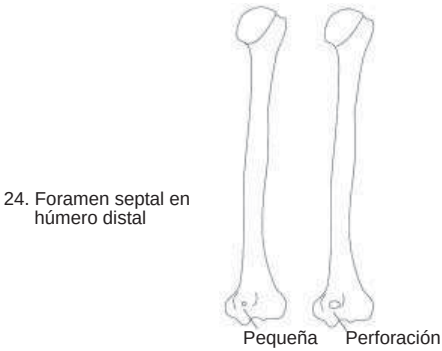


Fig. 29 Ilustración de grados de la apertura septal en el húmero (modificado, según Buikstra & Ubelaker 1994)

También, en los estándares se anotaron las siguientes variantes poscraneales:

Puente retroauricular: puente óseo que se extiende posteriormente desde el borde posterior del proceso trasverso hasta el arco posterior en el atlas

Forámenes transversos múltiples: como descrito por la séptima vértebra cervical, se presenta en las vértebras c 3 hasta c 6 la bifurcación del foramen transverso

Aplazamiento cranial o caudal de las vértebras: vértebras transicionales que son morfológicamente iguales al segmento continuo, más común en la región lumbo-sacral. Ocurren aplazamientos parciales o completos. Como resultado, un individuo puede tener por ejemplo cuatro lumbares y seis sacrales en lugar de cinco lumbares y cinco sacrales.

Articulación sacro-ilíaca accesoria: articulación accesoria que produce una superficie articular inferior a la articulación sacro-ilíaca

Epífisis acromial sin fusión: persistencia del centro separado de la osificación después de los 25 años de edad

Extensión de la fosa glenoidea: extensión oval de la faceta articular del húmero en el aspecto postero-superior de la fosa glenoidea

Foramen supraescapular: osificación del ligamento supraescapular, que forma un puente parcial o completo cerrando la escotadura supraescapular (figura 30)

Faceta articular acromial accesoria: faceta ubicada en la superficie antero-inferior del acromion que articula con el húmero (figura 30)

Surco circunflex: fosa de variable tamaño y profundidad, ubicada en el borde postero-lateral del omóplato (figura 30)

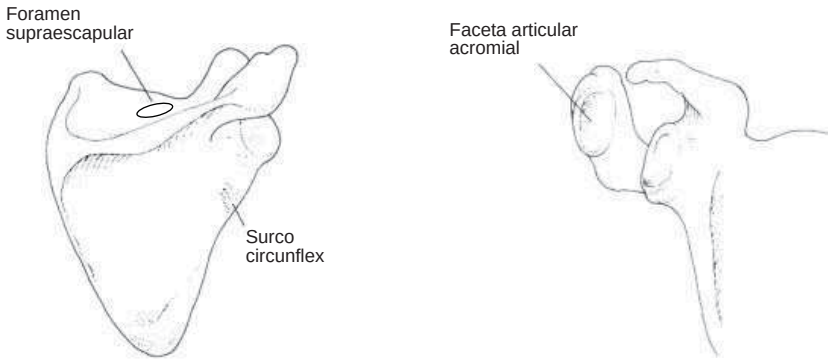


Fig. 30 Epigenéticas del omóplato (modificado, según Brothwell 1987)

Foramen esternal: defecto de la osificación, que produce una apertura o perforación en el cuerpo esternal

Proceso supratróclea: proceso que se eleva de la cresta medial supracondilar cinco a siete centímetros encima del cóndilo medial del húmero

Forma de escotadura tróclea: dos facetas discretas formadas en la superficie articular del proceso tróclea del cúbito

Fosa de Allen: depresión ubicada en el borde antero-superior de la cabeza femoral, cerca de la superficie articular de la cabeza (figura 31)

Faceta de Poirier: extensión en la faceta articular de la cabeza en el aspecto antero-superior de la cabeza femoral (figura 31)

Tercer trocánter: tuberosidad ubicada en el aspecto superior de la cresta glútea del fémur (figura 31)

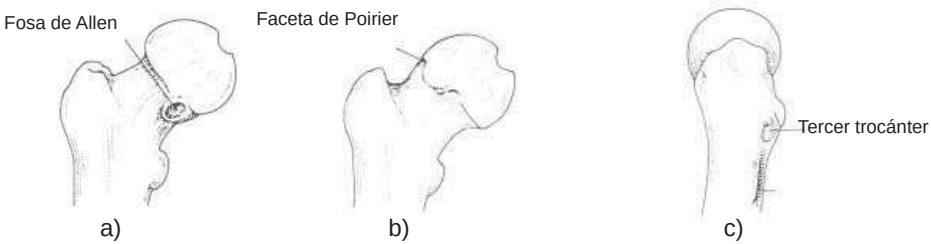


Fig. 31 Epigenéticas del fémur; a) fosa de Allen; b) faceta de Poirier; c) tercer trocánter (modificado, según Brothwell 1987)

Escotadura vasta: varía desde una faceta hasta una escotadura con bordes blandos o afilados en el aspecto supero-lateral de la rótula (figura 32)

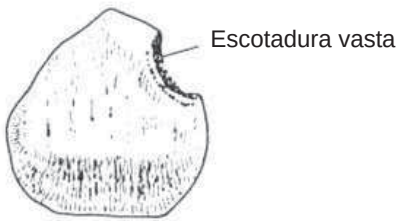


Fig. 32 Escotadura vasta de la rótula (según Brothwell 1987)

Facetas de acuclillamiento en la tibia distal: extensiones en la superficie articular distal en el aspecto anterior de la metáfisis (figura 33)

Facetas de acuclillamiento en el astrágalo: extensiones en la faceta articular análogas a las de la tibia, ubicados en la superficie superior, anterior de la faceta articular de la tibia (figura 33)

Facetas de arrodillamiento en los metatarsos: faceta articular en la superficie superior de los metatarsos, causadas por ponerse de rodillas (Ubelaker 1999)

Forma de la articulación astrágalar en el calcáneo: una variedad de formas y asociaciones de la superficie articular superior (para el astrágalo), que incluyen tres facetas discretas; conexión entre faceta anterior y media; conexión entre las tres facetas (figura 33)

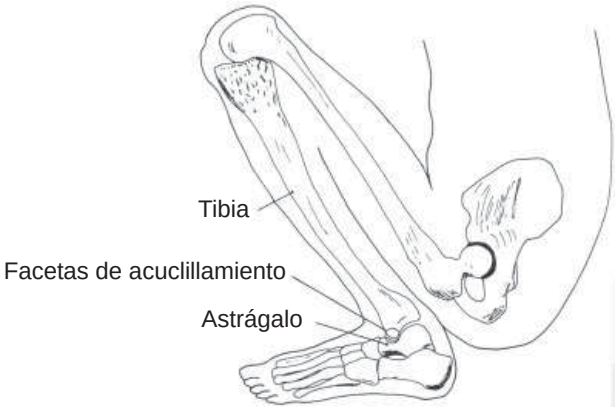


Fig. 33 Facetas de cuclillas (modificado, según Mays 2003)

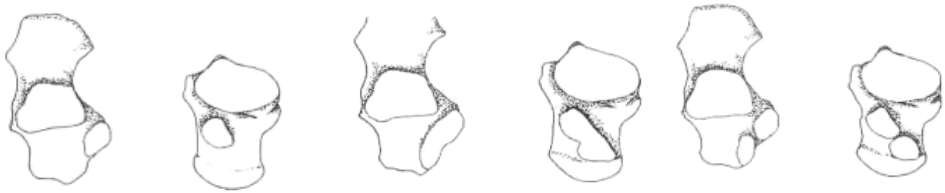


Fig. 34 Variación de las facetas articulares en calcáneo y astrágalo (por Schwartz 1995)

Varios huesos craneales adicionales son específicos para distintas poblaciones y además correlacionados con la deformación craneal intencional, que por otro lado también está vinculada con ciertos grupos.

Rösing (1972) por ejemplo comprobó la presencia de discretas en familias específicas en restos óseos de Egipto.

En comparación con los rasgos métricos, se observa y documenta discretas también en material óseo incompleto o fragmentado. Los efectos del sexo, edad, lateralidad, e influencias exteriores ambientales afectan las características no-métricas de manera mínima (Berry & Berry 1967).

Bibliografía

Anderson JE (1964) The people of Fairty: an osteological analysis of an iroquois ossuary. National Museum of Canada, Ottawa, Ontario. Bulletin No. 193

del Ángel EA & H Cisneros R (1991) Corrección de las ecuaciones de regresión para estimar estatura elaboradas por S. Genovés (1967). Ms on file, Instituto de Investigaciones Antropológicas, Universidad Nacional Autónoma de México, México

Abrahams PH, Hutchings TR & SC Marks jr. (eds 1998) Gran atlas McMinn de anatomía humana. Oceano Grupo Editorial, Barcelona

Baker PT & Newman RW (1957) The use of bone weight for human identification. American Journal of Physical Anthropology 15: 601-618

Bass WM (1995) Human osteology: A laboratory and field manual of the human skeleton. Columbia, Missouri: Missouri Arch. Society, Special Public. No.2

Bennet KA (1965) The etiology and genetics of wormian bones. American Journal of Physical Anthropology 32: 464-464

Bennett KA (1993) A field guide for human skeletal identification. CC Thomas Publisher, Springfield, Illinois

Berry AC (1975) Factors affecting the incidence of non-metrical skeletal variants. Journal of Anatomy 120: 519-535

Berry AC (1978) Anthropological and family studies on minor variants of the dental crown. En PM Butler & KA Joysey (eds) Development, function and evolution of teeth. Academic Press, London, 88-91

Berry AC & RJ Berry (1967) Epigenetic variations in the human cranium. Journal of Anatomy 101: 361-379

Blumenbach JF (1776) De generis humani varietate nativa. Dietrich, Göttingen

Brace CL & KD Hunt (1990) A nonracial cranial perspective on human variation: A(ustralia) to Z(uni). American Journal of Physical Anthropology 82: 341-360

Brothwell DR (1987) Digging up bones. The excavation, treatment and study of human skeletal remains. 3rd ed. Cornell University Press, Ithaca, New York

Buikstra JE, Frankenberg SR & W Königsberg (1990) Skeletal biological distance studies in American physical anthropology. American Journal of Physical Anthropology 82: 1-7

Buikstra JE & DH Ubelaker (eds 1994) Standards for data collection from human skeletal remains. Proceedings of a seminar at the Field Museum of Natural History. Organized by J. Haas. Arkansas Archaeological Survey Research Series No. 44

Burns KR (1999) Forensic anthropology training manual. Prentice Hall, New Jersey

Byers SN (2001) Introduction in forensic anthropology. A textbook. Allyn and Bacon, Boston, Sydney, Tokyo

Byers SN, Akoshima K & BK Curran (1989) The determination of adult stature from metatarsal length. American Journal of Physical Anthropology 79 (3): 275-279

Cox M & S Mays (eds 2000) Human osteology in archaeology and forensic science. Greenwich Medical Media, London

Cuk T, Leben-Seljak P & M Stefanovic (2001) Lateral asymmetry of human long bones. Variability and Evolution 9: 19-32

Czarnetzki A (1971) Epigenetische Skelettmerkmale im Populationsvergleich. I. Rechts-links-Unterschiede bilateral angelegter Merkmales. Zeitschrift für Morphologie und Anthropologie 63: 238-254

Czarnetzki A (1971) Epigenetische Skelettmerkmale im Populationsvergleich. II. Frequenzunterschiede zwischen den Geschlechtern. Zeitschrift für Morphologie und Anthropologie 63: 341-350

Debetz GF & Durnovo YA (1980) Característico morfofuncional del esqueleto de los esquimales asiáticos. En TI Alexeeva & VY Kovalenko (eds) Paleoantropología de Siberia. Moscú, Nauka, 131-151 (en ruso)

El-Naijar MY & KR MacWilliams (1978) Forensic anthropology. CC Thomas Publishers, Springfield, Illinois

Finnegan M (1974) Cranial and infracranial non-metric traits: those traits whisch are most important abd how they may be handled. Abstract, American Journal of Physical Anthropology 41: 478-479

Finnegan M (1978) Non-metric variations in the infracranial skeleton. Journal of Anatomy 125: 23-37

Finnegan M & MA Faust (1974) Bibliography of human and non-human non-metric variation. Research Reports 14, Department of Anthropology, University of Massachusetts

Formicola V (1993) Stature reconstruction from long bones in ancient population samples: An approach to the problem of its reliability. American Journal of Physical Anthropology 90(3): 351-358

Fully G (1956) Un nouvelle méthode de détermination de la taille. Ann Méd Lég 35: 266-273

Galloway A (1988) Estimating actual height in the older individual. Journal of Forensic Sciences 33: 126-136

Garn SM, Mayor GH & HA Shaw (1976) Paradoxical bilateral asymmetry in bone size and bone mass in the hand. American Journal of Physical Anthropology 45: 209-210

Genovés S (1964) Introducción al estudio de la proporción entre los huesos largos y la reconstrucción de la estatura en restos mesoamericanos. Anales de Antropología, Inst. Inv. Históricas, UNAM, Vol. I: 47-62

Genovés S (1966) La proporcionalidad entre los huesos largos y su relación con la estatura en restos mesoamericanos. México, Inst. Inv. Históricas, UNAM, Serie Antropológica. No.19

Genovés S (1967) Proportionality of long bones and their relation to stature among Mesoamericans. American Journal of Physical Anthropology 26: 67-77

Giles E (1991) Correcting for age in estimating older adult's stature from long bones. Journal of Forensic Sciences 36: 898-901

Giles E & O Elliot (1962) Race identification from cranial measurements. Journal of Forensic Sciences 7: 147-157

Gill GW (1984) A forensic test case for a new method of geographical race determination. En TA Rathburn & JE Buikstra (eds) Human identification. Case studies in forensic anthropology. CC Thomas Publishers, Springfield, Illinois, 329-229

Gill GW (1998) Cranifacial criteria in the skeletal attribution of race. En KJ Reichs (ed) Forensic osteology. Advances in identification of human remains. CC Thomas Publisher, Springfield, Illinois 293-317

Gill GW & BM Gilbert (1990) Race identification from the midfacial skeleton: American blacks and whites. En GW Gill & JS Rhine (eds) Skeletal attribution of race. Anthropological Papers 4, Maxwell Museum Anthropology, Albuquerque

Glassman DM & WM Bass (1986) Bilateral asymmetry of long arm bones and jugular foramen: Implications for handedness. Jour. Forensic Sciences, 31: 589-595.

Grünberg H (1952) Genetical studies on the skeleton of the mouse IV. Quasi-continuous variations. Journal of Genetics 51: 95-114

Haviland WA (1967) Stature at Tikal, Guatemala: Implications for ancient Maya demography and social organization. American Antiquity 32: 316-325

Hauser G & GF De Stefano (1985) Variations in the form of the hypoglossal canal. American Journal of Physical Anthropology 67: 7-11

Hauser G & GF De Stefano (1989) Epigenetic variants of the human skull. Schweitzerbart, Stuttgart

Herrmann B, Grupe G, Hummel S, Piepenbrink H & H Schutkowski (1990) Prähistorische Anthropologie. Leitfaden der Feld- und Labormethoden. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York

Hinkes MJ (1990) Shovel shaped incisors in human identification. En GW Gill & JS Rhine (eds) Skeletal attribution of race. Anthropological Papers 4, Maxwell Museum Anthropology, Albuquerque

Holland TD (1986) Race determination of fragmentary crania by analysis of the cranial base. Jour. Forensic Sciences 31: 719-25

Howells WW (1969) Criteria for selection of osteometric dimensions. American Journal of Physical Anthropology 30: 451-458

Howells WW (1973) Cranial variation in man. Peabody Museum of Archaeology and Ethnology Papers, Cambridge, Massachusetts

Howells WW (1989) Skull shapes and the map: Craniometric analyses in the dispersion of modern Homo. Papers of the Peabody Museum of Archaeology and Ethnology 79: 1-189

Hoyme SLE & MY Iscan (1989). Determination of sex and race: accuracy and assumptions. En MY Iscan & KAR Kennedy (eds) Reconstruction of life from the skeleton. Alan R. Liss, Inc, New York, Singapore, 53-93

Hunger H & D Leopold (1978) Identifikation. Springer, Berlin, Heidelberg, New York

Ingalls NW (1927) Studies on the femur III. Effects of maceration and drying in the white and the negro. American Journal of Physical Anthropology 10: 297-321

Ingalls NW (1931) Observations on bone weights. American Journal of Anatomy 48: 45-98

Iscan (1983) Assessment of race from the pelvis. American Journal of Physical Anthropology 62: 205-208

Iscan MY & KAR Kennedy (eds 1989) Reconstruction of life from the skeleton. Alan R. Liss, New York

Jantz RL (1992) Modification of the Trotter and Gleser female stature estimation formulae. Journal of Forensic Sciences 37: 1230-1235

Jantz RL, Hunt DR & L Meadows (1995) The measure and mismeasure of the tibia: Implications for stature estimation. Journal of Forensic Sciences 40: 758-61

Jason DR & K Taylor (1955) Estimation of stature from the length of the cervical, thoracic, and lumbar segments of the spine in American whites an blacks. Journal of Forensic Sciences 40: 59-62

Kennedy GE (1986) The relationship between auditory exostoses and cold water: a latitudinal analysis. American Journal of Physical Anthropology 71: 401-415

Krogman WM & MY Iscan (1986) The human skeleton in forensic medicine. Springfield, Illinois. CC. Thomas Pub.

Lane RA & AJ Sublett (1972) Osteology of social organization: residence patterns. American Antiquity 37: 186-201

Laughlin WS & JB Jorgensen (1956) Isolate variations in Greenlandic Eskimo crania. Acta Genetica et Statistica Medica 6: 3-12

Lundy JK (1988) Sacralization of a sixth lumbar vertebra and its effects upon the estimation of living stature. Journal of Forensic Sciences 33: 1045-1049

McGrath JW, Cheverud JM & JE Buikstra (1984) Genetic correlations between sides and heritability of asymmetry for nonmetric traits in rhesus macaques on Cayo Santiago. American Journal of Physical Anthropology 64: 401-411

Moore-Jansen PH, Ousley SD & RL Jantz (1989) Data collection procedures for forensic skeletal material. Forensic Anthropology Center, Report of Investigations No.48, The University of Tennessee, Department of Anthropology, Knoxville.

Marquez L & A del Ángel (1997) Height among Prehispanic Maya of the Yucatán Peninsula. A reconsideration. En Whittington S & DM Reed (eds) Bones of the Maya. Studies of ancient skeletons. Smithsonian Institution Press, 51-61

Marquez Mofin L (1984) Distribución de la estatura en colecciones óseas mayas prehispánicas. En Galvan RR & RM Ramos Rodríguez (eds) Estudios de antropología biológica (II Coloquio de Antropología Física Juan Cormas 1982) Antropología Física. Serie Antropológica 75. Instituto de Investigaciones Antropológicas, Universidad Nacional Autónoma de México, México, 253-271

Mays S (2003) The archaeology of human bones. Routledge, London, New York

Mays S, Steele J & M Ford (1999) Directional asymmetry in the human clavicle. International Journal of Osteoarchaeology 9: 18-28

Meadows L & Jantz RL (1992) Estimation of stature based on metacarpal lengths. Journal of Forensic Sciences 37: 147-154

Musgrave JH & NK Harneja (1978) The estimation of adult stature from metacarpal bone length. American Journal of Physical Anthropology 48: 113-120

Neumann S (1992) Händigkeit im Vergleich zur Asymmetrie der oberen Extremitäten. Zeitschrift für Morphologie und Anthropologie 79: 183-195

Nickens PR (1976) Stature reductions as an adaptive response to food production in Mesoamerica. Journal of Archaeological Science 3: 31-41

Novotny V, Iscan MY & SR Loth (1993) Morphologic and osteometric assessment of age, sex, and race from the skull. En MY Iscan y P Helmer (eds) Forensic analysis of the skull. Cranifacial analysis, reconstruction, and identification. Wiley-Liss, New York, 70-88

Ousley S (1995) Should we estimate biological or forensic stature. Journal of Forensic Sciences 40: 768-773

O´Rahilly R (1953) A survey of carpal and tarsal anomalies. Journal of Bone and Joint Surgery 35 A: 626-642

Penados L & U Krenzer (2004) Antropología Forense. Primera parte. Curso de especialización en medicina legal y ciencias forenses. Módulo II, Ciencias Forenses. Universidad de San Carlos, Guatemala

Penning R (2001) Estimation of stature from human long bones. En Oehmichen M & G Geserick (2001 eds) Osteologische Identifikation und Altersschätzung. Research en legal medicine, Vol. 26, Schmidt-Roemhild, Lübeck 139-154

Perizonius WRK (1979) Non-metric cranial traits: Symmetry and side difference. Proceedings of the Koninklijke Niederlandse Akademie van Wettenschappen, Series C82: 91-112

Plato CC, Wood JL & AH Norris (1980) Bilateral asymmetry in bone measurements of the hand and lateral dominance. American Journal of Physical Anthropology 52: 27-31

Rao PDP (1966) Squatting facets on the talus and tibia in Australian Aborigines. Archaeology and Physical Anthropology in Oceania 1: 51-56

Rathburn TA & JE Buikstra (eds 1984) Human identification. Case studies in forensic anthropology. CC Thomas, Springfield

Reichel H, Runge H & H Bruchhaus (1990) Zur Seitendifferenz des Mineralgehaltes und der Breite am Radius und ihre Bedeutung fuer die Händigkeitsbestimmung an Skelettmaterial. Zeitschrift fuer Morphologie und Anthropologie 78: 217-227

Rhine S (1990) Non-metric skull racing. En GW Gill & JS Rhine (eds) Skeletal attribution of race. Anthropological Papers 4, Maxwell Museum Anthropology, Albuquerque

Rightmire P (1972) Cranial measurements and discrete traits compared in distance studies of African Negro skulls. Human Biology 44: 263-276

Rodríguez Cuenca JV (1994) Introducción a la antropología forense. Análisis e identificación de restos óseos humanos.
http://www.colciencias.gov.co/seiaal/documentos/jvrc03.htm

Rösing FW (1982) Discreta des menschlichen Skeletts – ein kritischer Überblick. Homo 33: 100-125

Rösing FW (1984) Discreta of the human skeleton – a critical review. Journal of Human Evolution 13: 319-32333: 100-125

Rösing FW (1988) Körperhöhenrekonstruktion aus Skelettmassen. En R Knussmann (ed) Anthropologie. Handbuch der vergleichenden Biologie de Menschen Band I/1. G. Fischer, Stuttgart, New York, 586-600

Ruff CB & HH Jones (1981) Bilateral asymmetry in cortical bone of humerus and tibia – sex and age factors. Human Biology 53: 69-86

Russel JC (1900) Studies in cranial variation. American Naturalist 34: 737-745

Saul FB (1972) The human skeletal remains of Altar los Sacrificios: An osteobiographic analisis. Papers of the Peabody Museum of Archaeology and Ethnology Vol. 63, no 2, Harvard University, Cambridge

Saunders S (1978) The development and distribution of discontinuous morphological variation of the human infracranial skeleton. National Museum of Canada, Archaeological Survey of Canada, Paper No. 81, Ottawa

Saunders S (1989) Nonmetric skeletal variation. En MY Iscan & KAR Kennedy (eds) Reconstruction of life from the skeleton. Alan R Liss, Inc, New York, Singapore, 95-108

Saunders S & MA Katzenberg (eds 1992) Skeletal biology of past peoples: Research methods. Wiley-Liss, New York

Schmeling A, Vendura K, Olze A, Reisinger W & G Geserick (2001) Age estimation and ethnicity. En Oehmichen M & G Geserick (eds 2001) Osteologische Identifikation und Altersschätzung. Research en legal medicine, Vol. 26, Schmidt-Roemhild, Lübeck, 317-325

Schnutenhaus S & FW Rösing (1998) World variation in tooth size. En KW Alt, FW Rösing & M Teschler-Nicola (eds) Dental anthropology. Fundamentals, limits, and prospects. Springer Verlag, Wien, New York, 521-535

Schulter-Ellis FP (1980) Evidence of handedness on documented skeletons. Journal of Forensic Sciences 25: 624-630

Schwartz JH (1995) Skeleton keys. An introduction to human skeletal morphology, development, and analysis. Oxford University Press, New York

Sciulli PW & MJ Giesen (1993) Brief communication: An update on stature estimation in prehistoric Native Americans of Ohio. American Journal of Physical Anthropology 92: 395-399

Singh I (1959) Squatting facets on the talus and tibia in Indians. Journal of Anatomy 93: 540-550

Sjovold T (1973) The occurrence of minor, non.metrical variants in the skeleton and their quantitative treatment for population comparison. Homo 24: 204-233

Sjovold T (1984) A report of heritability of some cranial measurements and non-metric traits. En G Van Vark & WW Howells (eds) Multivariate statistical methods in physical anthropology. Reidel, Dordrecht, Boston, Lancaster, 223-246

Steele DG (1970) Estimation of stature from fragments of the long limb bones. En TD Stewart (ed) Personal identification in mass disasters. Washington DC. National Museum of Natural History, Smithsonian Institution

Steele DG & CA Bramblett (2000) The anatomy and biology of the human skeleton. Texas A&M University Press

Steele J & S Mays (1995) Handedness and directional asymmetry in the long bones of the upper limb. International Journal of Osteoarchaeology: 39-49

Steele G & TW McKern (1969) A method for assessment of maximum bone length and living stature from fragmentary long bones. American Journal of Physical Anthropology 31: 215-218

Steele J (2000) Skeletal indicators of handedness. En M Cox & S Mays (eds) Human Osteology in archeological and forensic science. Greenwich Medical Media Ltd. London, 307-324

Stewart TD (1953) Skeleton remains from Zaculeu, Guatemala. En RB Woodburry & AS Trik (eds) The ruins of Zaculeu, Guatemala. United Fruit Company, New York, 295-311

Stewart TD (1979) Essentials of forensic anthropology, especially as developed in the United States. CC. Thomas. Springfield, Illinois.

Stirland AJ (1993) Asymmetry and activity-related change in the male humerus. International Journal of Osteoarchaeology 3: 105-113

Stirland AJ (1998) Musculoskeletal evidence for activity: Problems and evaluation. International Journal of Osteoarchaeology 8: 354-362

Trotter M (1954) A preliminary study of estimation of weight of the skeleton. American Journal of Physical Anthropology 12: 537-551

Trotter M (1970) Estimation of stature from intact long limb bones. En TD Stewart (ed) Personal identification in mass disasters. Washington DC. National Museum of Natural History, Smithsonian Institution

Trotter M & GC Gleser (1951) The effects of ageing on stature. American Journal of Physical Anthropology 9: 311-324

Trotter M & GC Gleser (1952) Estimation of stature from long bones of American whites and negroes. American Journal of Physical Anthropology 10: 463-514

Trotter M & GC Gleser (1958) A re-evaluation of estimation of stature based an measurements of stature taken during life and of long bones after death. American Journal of Physical Anthropology 16: 79-123

Trotter M & Gleser GC (1977) Corrigenda to "Estimation of Stature from long Limb bones of American Whites and Negroes". Amer. Jour. Phys. Anthrop. 47: 355-56

Tyrell A (2000) Skeltal non-metric traits and the assessment of inter- and intra-population diversity: Past problems and future potential. En M Cox & S Mays (eds) Human Osteology in archeological and forensic science. Greenwich Medical Media Ltd. London, 289-306

Ubelaker DH (1999) Human skeletal remains. Excavation, analysis, interpretation. 3rd edition. Manuals on Archeology 2, Taraxacum, Washington

White TD (2000) Human osteology. 2nd ed. Academic Press, San Diego, New York, Tokyo

Winder SS (1981) Infracranial nonmetric variation: an assessment of its value for biological distance analysis. Ph.D. dissertation, Indiana University Microfilms, Ann Arbor

Wright LE & MA Vásquez (2003) Estimating the length of incomplete long bones: Forensic standards from Guatemala. American Journal of Physical Anthropology 120: 233-251

Anexo

Tabla 1 Rasgos non-métricos (según Burns 1999)

rasgo	indígenas americanos	origen de Europa	origen de África
incisivos	forma de pala	forma de hoja	forma de hoja
dentición	no atestado, a veces esceloso	atestado, impacto del M3 frecuente	atestado, impacto del M3 frecuente
cigomático	robusto, resplandeciente con tubérculo malar	pequeño, malares retrocedidos	pequeño, malares retrocedidos
sutura cigomaxilar	angulada	dentada o en forma de S	curvada o en forma de S
perfil	prognatismo alveolar moderado	poco prognatismo, ortognatismo	fuerte prognatismo alveolar
forma palatino	elíptica	parabólica	hiperbólica
sutura palatina	recta	forma de Z	forma de arco
nasal	bajo, forma de tienda	alto y en forma de arco, con depresión del nasion	bajo y llano
apertura nasal	mediana	estrecha	ancha
espina nasal	mediana	grande, larga	pequeña o ninguna
“nasal sill”	afilado	muy afilado	acanalado
mentón	embotado	bilateral cuadrado, saliente	retrocedidos
rama mandibular	ancha		estrecha
cráneo	bajo, inclinado	alto	bajo con depresión post-bregmática
suturas craneales	complejos, con huesos wormianos	simple	simple
cabello	recto, diámetro redondo	ondulado, diámetro ovalado	rizado, diámetro bajo

Tabla 2 Rasgos morfológicos (según Schwartz 1995)

rasgo	indígenas americanos	europeos	africanos	asiáticos
anchura puente nasal	estrecha	estrecha	ancha, baja	
proyección puente nasal	mínima	mayor	mediana	mínima
prognatismo	rostro vertical	rostro superior y rostro mediano	alveolar y dental	rostro vertical
borde subnasal	distinto	distinto	deprimido, suave, redondo	distinto
espina nasal anterior	prominente	prominente	corta, desafilada	prominente
apertura nasal (altitud / anchura)	alta – promedio	alta – promedio	baja – promedio	alta hasta baja – promedio
anchura cigomática/ forma	ancha, tubérculo malar grande	delgada, triangular	delgada, triangular	ancha, tubérculo malar grande
anchura bicigomática	mayor	mediana	menor	menor
anchura bifrontal	mayor	mediana	menor	menor
mentón	saliente	saliente	intermedio	saliente - redondo

Tabla 3 Variación craneométrica en los tres grupos de ascendencia

índice	caucasoides de corte		punto	amerindios		negroides	
maxillofrontal	0,46	0,09	0,40	0,34	0,05	0,34	0,08
cigo-orbital	0,43	0,06	0,40	0,34	0,04	0,35	0,09
alpha	0,68	0,09	0,60	0,51	0,06	0,31	0,09

Tabla 4 Variación de las características de los grupos geográficos (según Gill 1998)

rasgo	indígenas americanos	caucasoides	negroides	mongoloides	polinesios
forma craneal	medio-ancha	media	largo	ancha	variable
contorno sagital	medio-bajo	alto, redondeado	variable	alto, globular	medio
suturas craneales	complejo	simple	simple	complejo	complejo
forma nasal	mediana	estrecha	ancha	mediana	mediana
tamaño nasal	mediano/ largo	largo	mediano/ estrecho	pequeño	mediano
forma puente nasal	mediana	alta	baja	baja	mediana
perfil nasal	cóncavo-convexo	recto	recto/ cóncavo	cóncavo	cóncavo/ cóncavo-convexo
proyección interorbital	baja	alta, prominente	baja	muy baja	baja
espina nasal	media	prominente, recto	baja	media	baja
“nasal sill”	medio	afilado	ausente	medio	ausente
forma incisivo	pala	hoja	hoja	pala	hoja / pala
prognatismo facial	moderado	reducido	extremo	moderado	moderado
prognatismo alveolar	moderado	reducido	extremo	moderado	moderado
forma malar	saliente	reducido	reducido	saliente	saliente
sutura cigomaxilar	angulada	curvado	curvado/ angulado	angulada	curvado/ angulado
forma palatino	parabólica/ elíptica	parabólica	hiperbólica/ parabólica	parabólica/ elíptica	parabólica
sutura palatino	recta			recta	
forma orbital	romboide	romboide	redondeada	redondeada	romboide
forma mastoideo	ancha	estrecha con punto	oblicuo, tubérculo posterior grácil	ancha	
mandíbula	robusta	mediana, convexo debajo de los incisivos	grácil, ángulo gonial oblicuo	robusta	robusta
proyección mentón	moderada	prominente	reducida	moderada	moderada
forma mentón	mediana	bilateral	mediana	mediana	mediana

Tabla 5 Características craneales de los tres grupos (según Byers 2002)

estructura		europeos	africanos	asiáticos
nariz	raíz	alto, estrecho	bajo, redondo	bajo,cubierto con caballete
	puente	alto	bajo	bajo
	borde inferior	afilado	acanalado	llano, afilado
	espina	pronunciada	pequeña	pequeña
	anchura	estrecha	amplia	mediana
rostro	perfil	recto	saliente	intermedio
	forma	estrecha	estrecha	amplia
	órbita	anguloso	rectangular	redondeada
	borde inferior del ojo	retrocedido	retrocedido	saliente
bóveda	arco superciliar	fuerte	pequeño	pequeño
	inserciones musculares	desabridas	lisas	lisas
	suturas	simple	simple	complejas
	post-bregma	recto	con depresión	recto
boca y dientes	maxilar y mandíbula	pequeño	grande	grande
	forma palatina	parabólica	hiperbólica	elíptica
	incisivos superiores	espatulados	espatulados	forma de pala

Tabla 6 Características cráneo-faciales (según Nafte 2000)

rasgo	indígenas americanos	caucasoides	negroides	mongoloides
altura craneal	media	alta	baja	media
anchura craneal	ancha	ancha	estrecha	ancha
perfil nasal	cóncavo	recto	recto / cóncavo	cóncavo
apertura nasal	redondeada	estrecha	ensanchadas	redondeada
malares	anchos, proyectados	retrocedido	retrocedido/ reducidos	anchos, proyectados
órbitas	romboides	romboides	redondeadas	cuadrados
prognatismo	moderado	reducido	extremo	moderado
forma palatinal	elíptico/ parabólico	parabólico	hiperbólico/ parabólico	parabólico/ elíptico
mandíbula	robusta	mediana	grácil	robusta
incisivos	forma de pala	espatulados	espatulados	forma de pala

Tabla 7 Variación craneométrica en los tres grupos de ascendencia

medición/ índice	caucasoide		mongoloide		negroide	
	varones	mujeres	varones	mujeres	varones	mujeres
anchura bicigomática	126-136	110-127	137-150	128-140	126-136	110-127
anchura cigomaxilar	82-94	78-89	100-112	95-106	82-94	78-89
altura facial sup	64-68	59-64	68-84	64-78	58-65	54-63
anchura nasal	20-26	19-24	24-27	23-26	26-31	25-30
altura orbitaria	32-35	30-34	33-40	32-40	28-34	28-33
anchura simótica	2,5-9,5		7,5-11,5		10-14	
ángulo nasofrontal	136-141		141-150		138-143	
ángulo cigomaxilar	125-130		130-150		116-127	
ángulo facionasal	25-40		15-28		0-18	
ángulo rama asc	125-140	129-146	112-124	116-128	100-118	104-121
ángulo del mentón	49-66		66-80		74-91	
índice nasal	leptorrino		mesorrino		platirrino	
índice de prognatismo	ortognato		mesognato		prognato	
borde inf aper pirif	agudoromo		agudo-romo		surco prenasal	
espina nasal ant	muy prominente		prominente		deprimida	

Definiciones de las medidas y índices por Woo & Morant 1934)

1. IOW. La anchura biorbital interna entre los puntos, derecho e izquierdo, en donde las suturas frontomalares se crucen con los bordes externos de las órbitas frontomalareorbitale de Martin)
   1a. Sub. IOW. Subtensa sobre el nasion de la cuerda IOW
   1b. Índice frontal del aplanamiento facial, definido como 100 Sub.IOW/IOW

2. SC. La cuerda simótica que es la mínima anchura horizontal de los dos huesos nasales, de tal manera que las extremidades de esta cuerda son puntos ubicados sobre las suturas nasomaxilares
   2a. SS. La subtensa simótica que se localiza marcando inicialmente la cresta de los huesos nasales, sin seguir necesariamente la sutura internasal, y localizando luego la subtensa mínima desde esta línea hasta la cuerda simótica

   2b. El índice simótico definido como 100 SS/SC

3. MOW. La anchura midorbital entre los puntos, derecho e izquierdo, donde las suturas maxilomalares crucen los bordes inferiores de las órbitas. Se recomienda marcar el borde inferior de la órbita con lápiz antes de localizar los puntos
   3a. Sub. MOW. Subtensa desde el ápice de los huesos nasales, aceptado como el punto más inferior sobre la sutura internasal (rhinion de Martin), hasta la cuerda MOW
   3b. El índice rhinal, definido como 100 Sub.MOW/MOW

COMPENDIO DE MÉTODOS ANTROPOLÓGICO FORENSES

Tomo I	Osteometría
Tomo II	Métodos para la determinación del sexo
Tomo III	Estimación de la edad osteológica en adultos
Tomo IV	Estimación de la edad osteológica en subadultos
Tomo V	Características individualizantes
Tomo VI	Antropología dental
Tomo VII	Cambios posmortem
Tomo VIII	Traumas y paleopatología

ISBN 99922-859-5-8

Deutscher Entwicklungsdienst

Visite nuestro sitio en internet
http://www.cafcaguatemala.org

eed
Servicio de las Iglesias Evangélicas en Alemania para Desarrollo

COMPENDIO DE MÉTODOS ANTROPOLÓGICO FORENSES

PARA LA RECONSTRUCCIÓN DEL PERFIL OSTEO-BIOLÓGICO

Udo Krenzer

Tomo VI

ANTROPOLOGÍA DENTAL

CAFCA
CENTRO DE ANALISIS FORENSE Y CIENCIAS APLICADAS

6
Serie de Antropología Forense

Compendio de métodos antropológico forenses para la reconstrucción del perfil osteo-biológico

Udo Krenzer

Tomo VI
Antropología dental

Guatemala
2005

Elaborado por: Udo Krenzer
Centro de Análisis Forense y Ciencias Aplicadas
CAFCA
2 calle 6-77, zona 1
Ciudad, Guatemala
Teléfono: (502) 2253-2080
http://www.cafcaguatemala.org

Financiado por: DED, EED

Diseño de portada: Rafael Molina

Diagramación de interiores: CIBER NEGOCIOS
Teléfonos: (502) 2450-4889 (502) 2256-1276
E-mail: ventas@cibernegociosguatemala.com

Primera edición 2006
Serie de Antropología Forense
Tomo 6

ISBN: 99922-859-6-6

Compendio de métodos antropológico forenses para la reconstrucción del perfil osteo-biológico

Tomo VI

Antropología dental

Contenido

1.	Antropología dental	1
1.1.	Introducción	1
1.2.	Morfología dental	2
1.2.1.	Fórmulas dentarias	3
1.2.2.	Estructura dental	4
1.2.3.	Varíantes morfológicas	22
1.3.	Morfometría dental	32
1.4.	Mordida	37
1.5.	Patología oral	38
1.6.	Cambios artificiales	49
1.7.	Odontología forense	52
	Bibliografía	59

1. Antropología

1.1. Introducción

Para el antropólogo, la dentadura es una de las partes más importantes de la anatomía humana, porque le brinda información fiable de los individuos analizados sobre la edad, sexo, nutrición, salud, entre otros. Las raíces de la antropología dental datan en la antigüedad griega por las investigaciones sistemáticas efectuadas por Aristóteles e Hipócrates. Hoy en día la antropología dental forma un subtema específico de la antropología física (figura 1), aunque la mayoría de los investigadores de esta disciplina son dentistas. Por sus trabajos en los años 50, se refiere a Albert A. Dahlberg como decano de la antropología dental (Alt et al. 1998). Durante los siglos pasados se ha acumulado mucha evidencia e información sobre los dientes en su contexto, como reflejan los simposios de la antropología dental que se han efectuado a partir del año 1967. A causa de la determinación genética significativa, el desarrollo dental y la dentición parecen básicamente iguales en todos los seres humanos. Aparte de este plan generalizado, los dientes poseen características morfológicas y morfométricas específicas, que varían entre y dentro de las poblaciones.

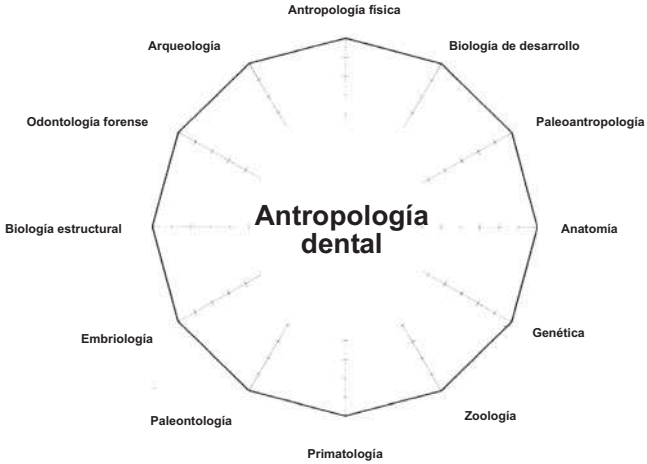


Fig. 1 Disciplinas científicas alrededor de la antropología dental (modificado, según Alt et al. 1998)

La composición del color, forma, tamaño y posición de la dentición construyen una imagen única de las personas. Por eso, la odontología forense como ciencia, que analiza la dentición humana en el contexto medico-legal, brinda aportes valiosos para la identificación de víctimás (capítulo 1.7.). Debido a que los dientes están construidos por materiales duros y densos, se conservan mejor que los restos óseos en general. Por eso, la dentadura representa una base importante para los análisis antropológicos y forenses.

El valor de los dientes en el análisis antropológico, en comparación con otro material óseo es que éstos permiten:

- Determinación concreta de la especie
- Análisis de especimenes fósiles, históricos y recientes
- Determinación del sexo (consultar tomo II) y edad (consultar tomo III para adultos y IV para subadultos)
- Reconstrucción de la nutrición

Y también se caracterizan por:

- Baja tasa de descomposición, que permite mejor conservación
- Características individuales que facilitan la identificación
- Características específicas de grupos ancestrales
- Conocimiento sobre la herencia de características dentales
- Indicios de ritos culturales
- Indicios de crecimiento y desarrollo (ontogénesis).

1.2. Morfología dental

Con respecto a la dentadura se observan leves especialidades en la descripción anatómica. Existen cuatro tipos de dientes en el arco dental humano: incisivos, caninos, premolares y molares. Esta clasificación tiene su base en la morfología específica, que refleja también la función de cada uno de los tipos dentarios. Las razones genéticas o del desarrollo para dicha morfología son desconocidas, sin embargo existe la sugestión, que la dentadura está bajo la influencia morfogenética, que controla su expresión morfológica. Esta teoría, elaborada por Butler (1939) y adaptada por Dahlberg (1945, 1949, 1963) expresa, que los distintos tipos parecen ser estables y menos varíables que otros dientes dentro del grupo. En el ser humano existen obviamente dos tipos dentarios distintos, primero la dentadura decidua o primaria, que consta de 20 piezas dentales (8 incisivos, 4 caninos, 8 molares), y segúndo la dentadura permanente, que consta en total 32 de piezas (8 incisivos, 4 caninos, 8 premolares, 12 molares). Cronológicamente se trata la dentición primaria, la dentición mixta y la dentición permanente.

La fórmula dental se expresa en adultos: $I\frac{2}{2}$ $C\frac{1}{1}$ $PM\frac{2}{2}$ $M\frac{3}{3}$

para cada uno de los cuatro cuadrantes maxilares y mandibulares con el código
I= incisivos C= caninos PM= premolares M= molares.

La fórmula dental para subadultos es: $i\frac{2}{2}$ $c\frac{1}{1}$ $m\frac{2}{2}$

para cada uno de los cuadrantes con el código
i= incisivos c= caninos m= molares.

En general, los dientes se clasifican de acuerdo a piezas dentarias superiores en el maxilar superior e inferiores en la mandíbula o maxilar inferior, y de acuerdo a su posición en el arco dental como anteriores (incisivos y caninos) y posteriores (premolares y molares).

1.2.1. Fórmulas dentarias

Para la descripción dental, varios investigadores han elaborado diferentes fórmulas de la nomenclatura dental (ver tablas 1 y 2).

La **fórmula universal** o el odontograma de la ADA divide el aparato masticativo en cuadrantes y numera las piezas dentarias correlativamente desde 1 hasta 32. La numeración comienza en el cuadrante superior derecho en el tercer molar, y sigue en dirección de las agujas del reloj al cuadrante superior izquierdo, cuadrante inferior izquierdo hasta terminar en el cuadrante inferior derecho. En cuanto a los dientes deciduos, se sigue la misma secuencia de los cuadrantes utilizando las letras desde la A hasta la T.

La **fórmula de Palmer** o el sistema de Zsigmondy divide la cavidad bucal en cuadrantes, dos superiores (derecho e izquierdo) y dos inferiores (derecho e izquierdo). Según Palmer, se enumera las piezas dentales del 1 al 8, empezando con los incisivos centrales, puestos en ángulos, que indican el cuadrante (ejemplo: 4). Para dientes primarios se utilizan letras minúsculas, de la a hasta la e.

El **sistema de Haderup** es similar a la fórmula de Palmer, utilizando los símbolos + para dientes superiores y – para inferiores y un número correlativo, contando los dientes desde la línea media hacia la distal.

La **fórmula** de la Federación Dental Internacional (**FDI**) es utilizada y recomendada por la Organización Mundial de la Salud (WHO) y de Interpol. Se divide la cavidad bucal en cuadrantes, asignándole números a cada uno correlativamente, siguiendo la dirección de las agujas del reloj con el inicio en el cuadrante superior derecho. Así, el maxilar derecho conforma el cuadrante 1, el maxilar izquierdo el cuadrante 2, la mandíbula izquierda el cuadrante 3 y finalmente la mandíbula derecha el cuadrante 4. El método utiliza además números desde 1 hasta 8 para las piezas permanentes, empezando el conteo por el incisivo central en el maxilar derecho, terminando en el tercer molar de la mandíbula derecha. Para nombrar los dientes primarios, continúa con el conteo según el mismo esquema, numerando los cuadrantes 5, 6, 7 y 8 (Alt & Türp 1998, Hillson 2002).

Tabla 1 Denominaciones comunes para la dentición permanente (modificado, según Mayhall 2000)

Antrop.	M^3	M^2	M^1	PM^2	PM^1	C	I^2	I^1	I^1	I^2	C	PM^1	PM^2	M^1	M^2	M^3
Universal	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Haderup	8+	7+	6+	5+	4+	3+	2+	1+	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7	+8
Palmer	8⌋	7⌋	6⌋	5⌋	4⌋	3⌋	2⌋	1⌋	⌊1	⌊2	⌊3	⌊4	⌊5	⌊6	⌊7	⌊8
F.D.I.	18	17	16	15	14	13	12	11	21	22	23	24	25	26	27	28
maxilar derecho									**maxilar izquierdo**							
mandíbula derecha									**mandíbula izquierda**							
F.D.I.	48	47	46	45	44	43	42	41	31	32	33	34	35	36	37	38
Palmer	⌉8	⌉7	⌉6	⌉5	⌉4	⌉3	⌉2	⌉1	⌈1	⌈2	⌈3	⌈4	⌈5	⌈6	⌈7	⌈8
Haderup	8-	7-	6-	5-	4-	3-	2-	1-	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8
Universal	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17
Antrop.	M_3	M_2	M_1	PM_2	PM_1	C	I_2	I_1	I_1	I_2	C	PM_1	PM_2	M_1	M_2	M_3

Tabla 2 Denominaciones comunes para la dentición decidua (modificado, según Mayhall 2000)

Antrop.	m^1	m^2	c	i^2	i^1	i^1	i^2	c	m^1	m^2
Universal	B	A	C	D	E	F	G	H	I	J
Haderup	04+	05+	03+	02+	01+	+01	+02	+03	+04	+05
Palmer	d⌋	e⌋	c⌋	b⌋	A⌋	⌊a	⌊b	⌊c	⌊d	⌊e
F.D.I.	54	55	53	52	51	61	62	63	64	65
maxilar derecho						**maxilar izquierdo**				
mandíbula derecha						**mandíbula izquierda**				
F.D.I.	85	84	83	82	81	71	72	73	74	75
Palmer	⌉e	⌉d	⌉c	⌉b	⌉a	⌈a	⌈b	⌈c	⌈d	⌈e
Haderup	05-	04-	03-	02-	01-	-01	-02	-03	-04	-05
Universal	T	S	R	Q	P	O	N	M	L	K
Antrop.	m_2	m_1	c	i_2	i_1	i_1	i_2	c	m_1	m_2

1.2.2. Estructura dental

El siguiente apartado refleja las recomendaciones para la identificación de piezas dentales, presentadas por Bass (1995) y enriquecido por descripciones de Hillson (2002).

Terminología y orientación

Cada diente consiste en tres regiones (figura 2), las cuales son:

1) Corona – encima de la gingiva, cubierta con esmalte; en incisivos con borde incisal, en caninos con una cúspide y en molares y premolares con varías cúspides

2) Cuello o cervix– porción debajo de la corona y conocida como la unión cemento-esmalte

3) Raíz – porción debajo de la corona y el cuello, ubicada en los alvéolos; cubierta y fijada por cemento; incisivos, caninos y algunos premolares poseen una raíz, molares y algunos premolares múltiples.

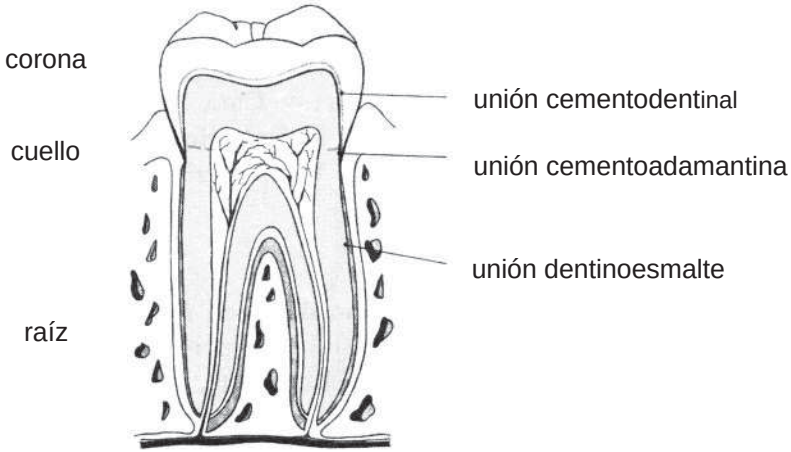


Fig. 2 Sección dental con localización de las uniones (modificado, según Rodríguez Cuenca 2003)

Las uniones principales son:

1) Unión cervicoesmalte – línea con la extensión más apical del esmalte
2) Unión dentinoesmalte (dej) – área de la unión del esmalte con la dentina
3) Unión cementoadamantina (cej) – línea de unión del cemento con el esmalte
4) Unión cementodentina (CDJ) – línea de unión de cemento con la dentina

Según Rodríguez Cuenca (2003), la composición de los dientes comprende tejidos duros y blandos. Dentro de los primeros están el esmalte, el cemento y la dentina. El tejido blando es la pulpa dentaria. El esmalte, que recubre la corona y el cemento de

la raíz se une en la zona cementoadamantina o línea cervical, que forma el límite de demarcación de la corona con la raíz. La capa más delgada de esmalte se ubica en la unión cementoadamantina, y la mayor en las cúspides. El esmalte es el tejido más duro y quebradizo del organismo humano, compuesto aproximadamente un 96% de sustancia inorgánica y el 4 % orgánica. Su color varía entre blanco grisáceo y amarillo, dependiendo del grado de translucidez del esmalte o de la dentina subyacente. La estructura esencial de la matriz del esmalte son los prismás de esmalte y los bastoncillos, que se disponen transversalmente desde la unión dentina – esmalte hasta cerca de la superficie de la corona, donde se ubican también las estrías de Retzius. Parte del diente tiene una delgada capa de esmalte aprismático. Las bandas de Wilson se correlacionan con defectos hipoplásticos (ver capítulo 1.5., Hillson 2002). La dentina es un tejido duro, denso y calcificado, que forma la mása principal del diente. Su color es amarillo y es de naturaleza elástica. Su composición química es de 70% de sustancia inorgánica y 30% orgánica. A diferencia del esmalte, la dentina puede regenerarse, formando dentina secundaria de color parduzco en la cámara pulpar, y dentina tercera con finalidad de reparación (Hillson 2002). La dentina está cubierta por esmalte en la corona y por cemento en la porción radicular.

El cemento cubre la raíz del diente y sirve como medio de unión del diente con el alveolo, mediante el ligamento periodontal. La composición química comprende un 50% de sustancia inorgánica y 50% orgánica. El cemento acelular cubre la totalidad de la raíz anatómica y su menor espesor se localiza en la unión cementoadamantina. El cemento celular se confina al tercio apical de la raíz y puede reproducirse, por consiguiente compensar los efectos del desgaste en la superficie oclusal de la corona.

La pulpa ocupa la porción central del diente. Está rodeada de dentina y juega un papel importante en la embriogenia, pues da origen a los odontoblastos, que producen la dentina. La pulpa posee una abundante red de vasos y fibras nerviosas; se distribuye tanto por la corona como por la raíz, hasta llegar al orificio apical por el cual penetran los vasos sanguíneos, los linfáticos y los nervios.

En resumen, los componentes principales de las piezas dentarias (figura 3) son :

1) Esmalte – producto de la mineralización, tejido compacto, duro, blanco que cubre y protege la dentina; a través de microscopio se pueden distinguir diferentes muestras de los prismás del esmalte (estriación de hunter-schreger)
2) Cemento – capa de tejido óseo que cubre la raíz
3) Dentina – tejido que rodea la pulpa y que está cubierta por esmalte en las porciones expuestas y por cemento en las partes implantadas
4) Cavidad de la pulpa – cámara y canal dentro del diente que contienen tejido blando conocido como pulpa
5) Pulpa – tejido blando dentro de la cavidad de la pulpa con nervios y células sanguínea

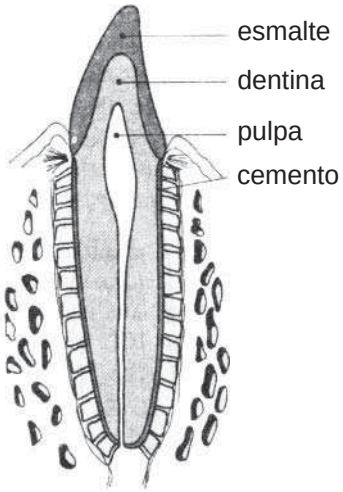


Fig. 3 Sección dental con componentes principales (modificado, según Rodríguez Cuenca 2003)

Las caras o superficies de los dientes son las siguientes:

1) Labial o bucal (vestibular) – en incisivos y caninos hacia los labios y en postcaninos hacia la boca
2) Lingual – en piezas inferiores hacia la lengua
3) Palatal – en piezas superiores la cara en relación directa con el palatino
4) Oclusal – superficie de los dientes, que está en contacto con sus antagonistas
5) Incisal – superficie de los incisivos, que está en contacto con sus antagonistas
6) Mesial – superficie del diente, que está ubicada con el vecino hacia la línea media
7) Distal – superficie del diente, que está ubicada con el vecino hacia atrás o más lejanos a la línea media
8) Proximal – cara entre piezas vecinas
9) Cervical – área hacia la unión entre esmalte y raíz
10) Apical – hacia la punta de la raíz

Para la identificación de las piezas dentales se utilizan estructuras y leyes morfológicas; un ejemplo son las líneas de imbricación, conocidas como periquematíes, menos marcadas en piezas posteriores. Las escotaduras mesiales de los dientes son más profundas que las distales, y su profundidad disminuye desde anterior hasta posterior.

Además, la cara meso-proximal es en general mayor que la cara disto-proximal.

Bass (1995) propuso los siguientes 5 pasos, que se aplican para el reconocimiento de las distintas piezas dentarias:

1) Determinar si el diente es deciduo o adulto – la dentadura decidua es más pequeña y amarilla a causa de capas delgadas de esmalte y cemento
2) Determinar el tipo de diente – incisivo, canino, premolar o molar
3) Determinar si el diente es del maxilar o de la mandíbula
4) Determinar su posición en el arco dental – incisivo central o lateral, primer o segúndo premolar, primer, segúndo o tercer molar
5) Determinar el lado – derecho o izquierdo

Incisivos
Ubicados antero-central en el arco dental (figura 4 y 5), los incisivos son los dientes diseñados para cortar. Se caracterizan por tener raíces únicas y coronas con un borde oclusal (mesodistal) afilado. Dentro los especímenes arqueológicos los incisivos son los dientes con poca representación en el inventario, debido a la frecuente pérdida posmortem que se explica por las raíces cortas (ver tabla 3).

Deciduo vrs. adulto
Los incisivos deciduos (consulta tabla 4) son más pequeños y más amarillos que los permanentes. En el arco dental con dientes deciduos existen espacios entre los incisivos. Las raíces se forman después que se ha terminado la formación de la corona. Una vez formados, los dientes no siguen creciendo, al contrario que el maxilar y la mandíbula, lo cual produce espacios mientras se está en desarrollo. La varíante más frecuente (>92%) en incisivos deciduos guatemaltecos es la cara lingual, que presenta poca concavidad y ninguna proyección del cíngulo hacia incisal (Barrios Mazariegos 1999).

Tipo
Los incisivos poseen una raíz, que no es tan grande como la de los caninos; una corona con borde mesodistal (oclusal). Particularmente en asiáticos e indígenas se presenta la forma de pala en la cara lingual de la corona y a veces también una extensión del esmalte en la cara labial, produciendo incisivos de forma de doble pala. La forma de barril está descrita por la extensión del esmalte que rodea la región central.

Maxilar o mandibular
Los incisivos superiores son más grandes, poseen una corona como una pala y tienen un cíngulo.Los incisivos inferiores son más pequeños, tienen una corona más estrecha y no presentan cíngulos (ver tabla 5).

Posición

Los incisivos centrales superiores son los más grandes, tienen el ángulo mesial cuadrado y el ángulo distal redondeado, frecuentemente en forma de pala. Los incisivos superiores laterales son más pequeños que los centrales, poseen usualmente una perforación en la base del cíngulo; a veces están en forma de pala. Los incisivos inferiores centrales son los más pequeños de éste tipo. Los incisivos inferiores laterales poseen coronas más anchas que los inferiores centrales, pero más pequeñas que los superiores; poseen una corona amplia en la superficie oclusal, extendida como un abanico (ver tabla 6).

Lateralidad

Los incisivos superiores tienen el ángulo meso-oclusal en forma rectangular, el ángulo disto-oclusal es redondeado. Los incisivos inferiores tienen raíces aplanadas en el plano perpendicular al eje de la corona. Las raíces son más amplias labio-lingual que meso-distal. Ubicado con la superficie lingual enfrente del observador, la fosa en la superficie plana de la raíz (superficie distal) indica el lado, es decir cuando la fosa está en el lado derecho de la superficie distal, el incisivo es del mismo lado derecho.

Tabla 3 Características generales de incisivos (según Hillson 2002)

1	superficie labial convexa, superficie lingual cóncava
2	superficie lingual con reborde marginal distal y medial, con tubérculo
3	superficie medial más recta y superficie distal más pandeada hacia distal
4	borde incisal inclina desde mesial hacia distal
5	curva oclusal del borde cervical es mesial más alto que distal (pronunciada en permanentes)
6	elemento labial de la raíz es más abultado que lingual
7	ligera curva distal del ápice de la raíz

Tabla 4 Características de incisivos deciduos (según Hillson 2002)

1	incisivos deciduos son más pequeños que permanentes
2	raíces deciduas se reabsorcionan a causa de exfoliación más rápido
3	raíz en deciduos es corta en relación a la corona
4	coronas de deciduos superiores son largas en relación a la altura
5	desgaste más rápido en deciduos
6	incisivos deciduos poseen tres mamelones, el central está más pequeño que los laterales
7	en deciduos la cavidad pulpar es menos pronunciada
8	canal de la raíz tiene un diámetro grande en relación al diámetro de la raíz

Tabla 5 Diferencias entre incisivos superiores e inferiores (según Hillson 2002)

1	incisivos superiores más grandes que inferiores
2	corona de los superiores más pronunciada en forma de pala, con superficie labial amplia y convexa, tubérculo grande y rebordes marginales mesial y distal expresados
3	inferiores en forma de cincel con superficie labial baja, tubérculo estrecho pero prominente y rebordes marginales ligeros
4	coronas superiores son más largas que anchas, inferiores más anchas que largas
5	coronas superiores más asimétricas que inferiores, con borde mesoincisal afilado y borde distoincisal redondo
6	en sección, las raíces superiores son más robustas y redondas triangular; raíces inferiores son meso-distal comprimidas (marcado en permanentes)

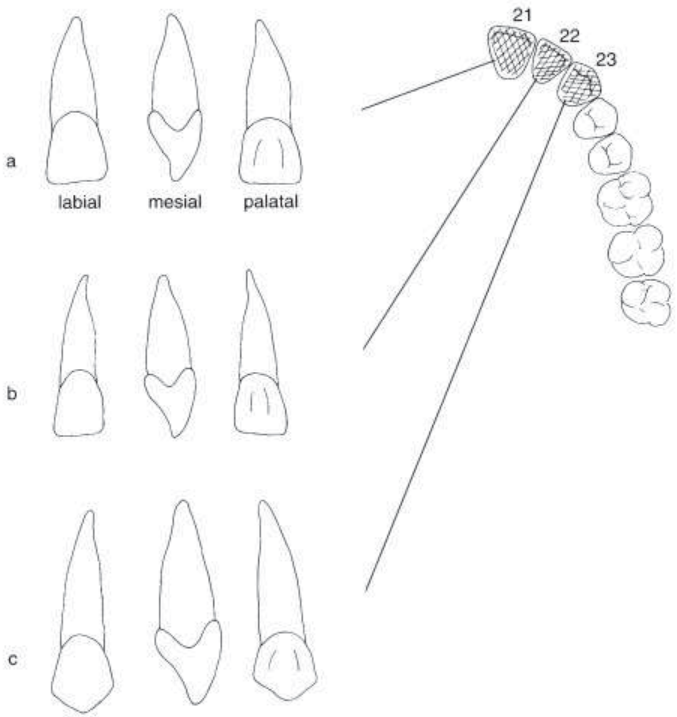


Fig. 4 Dentadura permanente del maxilar izquierdo; a) incisivo central; b) incisivo lateral; c) canino (por Türp & Alt 1998)

Tabla 6 Diferencias entre primer y segúndo incisivo (según Hillson 2002)

	superior
1	incisivo central más grande que el lateral
2	corona del incisivo central es más larga en relación al ancho que en el lateral
3	corona más asimétrica en el incisivo lateral que en el central, con borde distoincisal más redondo
4	incisivos laterales más varíables que centrales
	inferior
1	coronas de los centrales simétricas, coronas de los laterales asimétricas
2	borde incisal de los laterales es más girado (en vista oclusal) que en centrales
3	raíces de los laterales con más curvación que en los centrales

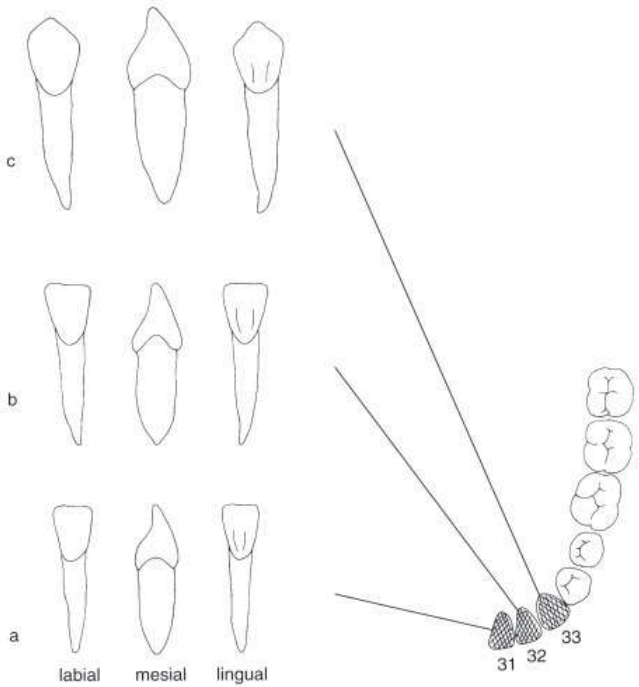


Fig. 5 Dentadura permanente de la mandíbula izquierda; a) incisivo central; b) incisivo lateral; c) canino (por Türp & Alt 1998)

Caninos

Los caninos son dientes varíables, caracterizados por su punta y diseñados para desagarrar (ver figuras 4, 5); conocidos también como diente de ojo por su ubicación debajo de la órbita, o diente de perro por su tamaño. Aunque en los hombres el canino está reducido, es el diente más largo y con la raíz más larga de la dentición humana. En el contexto histórico los caninos, tal como los incisivos, con frecuencia no se localizan, debido a su raíz única (tabla 7).

Deciduo vrs. adulto

Los caninos deciduos (tabla 8) son más pequeños y amarillos que los permanentes. Según Barrios Mazariegos (1999), la varíante más común en los caninos guatemaltecos es el cíngulo en la cara lingual, que presenta una prolongación hacia incisal.

Tipo

Los caninos poseen las raíces más largas, también en relación a la corona; la raíz es larga y su corona está caracterizada por una cúspide puntiaguda (ver tabla 9).

Maxilar o mandibular

Los caninos superiores son más grandes y presentan coronas más amplias que los mandibulares; la cúspide superior es más afilada y existe un cíngulo. Los caninos inferiores son más pequeños, con coronas más estrechas; la cúspide es más obtusa y el cíngulo está ausente (ver tabla 10).

Lateralidad

Los caninos superiores poseen una fosa que indica el lado: ubicado en posición propia con la superficie lingual hacia el observador y la corona hacia abajo, la fosa en la superficie distal esta en el lado de donde proviene el canino. Los caninos inferiores poseen una fosa que indica el lado, es decir, cuando se ubica el canino en posición propia con la superficie lingual frente al observador, la fosa en la superficie distal está en el lado de donde proviene el diente. En casos sin desgaste se observa que la cuesta mesial es más corta que la distal. Mirando desde la superficie distal, la larga cuesta distal está en el mismo lado de donde proviene el canino. Estos criterios no se toman en cuenta en dientes que exhiben desgaste severo.

Tabla 7 Características de caninos (según Hillson 2002)

1	superficie bucal convexa, superficie lingual cóncava
2	corona – en vista bucal – hacia distal, con excepción de los deciduos superiores con dirección contraria
3	en superficie lingual en todos los caninos el reborde marginal mesial es más pronunciado que el distal, con la excepción de los deciduos superiores
4	en superficie mesial, la curva incisal de los bordes cervicales es más profunda que distal (pronunciado en permanentes)
5	en región cervical la abrasión está frecuente en el lado distal, con excepción de los deciduos superiores

Tabla 8 Características de caninos deciduos (según Hillson 2002)

1	caninos deciduos son más pequeños que los permanentes
2	raíces deciduas se reabsorcionan más rápido a causa de exfoliación
3	coronas deciduas son bajas, largas y rechonchas, especialmente las superiores
4	caninos deciduos son estrechos en el cuello y la corona se ensancha hacia mesial y distal, con convexidad marcada y tubérculo
5	raíz redonda y de forma cónica
6	contrario a todos los caninos, en caninos deciduos superiores el reborde mesial es más largo que el distal

Tabla 9 Diferencias entre incisivos y caninos (según Hillson 2002)

1	caninos con cúspide central en borde incisal, incisivos con tres mamelones parecidos
2	cúspide central de caninos fortalecido por contrafuerte (ecuador), que baja la superficie lingual hasta el tubérculo; ausencia de contrafuerte en incisivos
3	coronas en caninos más grandes que en incisivos y raíces más largas
4	caninos muestran en caso de desgaste un área de dentina en forma de un diamante, incisivos una franja de dentina expuesta
5	caninos inferiores con desgaste son similares a incisivos superiores; para distinguir se toma en cuenta, que la corona de los caninos está más alta y mesodistal más corta y el surco de la raíz en caninos inferiores está más prominente mesial y distal que en incisivos

Tabla 10 Diferencias entre caninos superiores e inferiores (según Hillson 2002)

1	caninos superiores más robustos y anchos que inferiores
2	en vista bucal, caninos superiores sobresalen más hacia mesial y distal que inferiores
3	en vista bucal, el borde mesial de la corona de caninos inferiores es recto y en una línea con el lado mesial de la raíz
4	contrafuerte (ecuador) lingual, tubérculo y rebordes marginales mesial y distal son más pronunciados en caninos superiores que en inferiores, superiores son lingualmente más cóncavos
5	caninos superiores a veces con surcos pronunciados rebordes marginales y tubérculo; en inferiores ausencia de esta característica
6	en sección, las raíces de los inferiores son más comprimidas que en los superiores
7	caninos inferiores tienen a veces raíces adicionales, superiores no las tienen

Premolares

Los premolares (figura 6 y 7), conocidos como bicúspides por sus dos cúspides o puntas en la corona, presentan en los humanos una, dos y hasta tres cúspides. Las superficies oclusales con dichas cúspides múltiples son amplias para la trituración y reducción de alimentos. En el arco dental los premolares están ubicados detrás de los

incisivos y caninos y enfrente de los molares. A causa de la complejidad de las raíces, especialmente de los superiores, que sujetan los premolares en sus alvéolos, están representados con frecuencia en el inventario de contextos arqueológicos.

Deciduo vrs. adulto
Siempre se trata de permanentes, ya que la dentadura decidua no cuenta con premolares.

Tipo
Los premolares son más pequeños que los molares y poseen usualmente dos cúspides, una bucal y una lingual.

Maxilar o mandibular
Los premolares superiores poseen cúspides de tamaños iguales, usualmente dos raíces, una bucal y una lingual, igual como las cúspides. Las raíces a veces están fusionadas, con visible línea de fusión. Los premolares inferiores presentan la cúspide bucal ampliada y la raíz buco-lingual más ancho que mesodistal. Mirando desde la superficie lingual, la punta de la raíz está curvada en dirección distal.

Posición
El primer premolar superior posee usualmente dos raíces, la cúspide bucal es a veces más grande que la lingual, y la superficie mesial está cóncava.El segúndo premolar superior posee usualmente una sola raíz, cúspides de tamaño uniforme y la superficie mesial convexa.El primer premolar inferior presenta una pequeña cúspide lingual, a veces un surco en la superficie mesial o de la raíz y a veces una cúspide bucal más grande. El segúndo premolar inferior tiene una pequeña cúspide lingual, a veces doble cúspides linguales, sin surco en la superficie mesial de la raíz, y cúspides del mismo tamaño (ver también tablas 11 – 14).

Lateralidad
Los premolares superiores muestran una inclinación en la punta de la raíz hacia el lado de donde proviene el premolar, ubicado en su posición propia, la corona hacia inferior y la superficie lingual enfrente del observador. Los premolares inferiores poseen una inclinación en la punta de la raíz hacia el lado de donde proviene el premolar, ubicado en su posición propia, la corona hacia superior y la superficie lingual enfrente al investigador. El primer premolar inferior tiene a veces un surco en la superficie mesial de la raíz o en el lado contrario de donde proviene el premolar, ubicado en su posición propia con la superficie lingual hacia el investigador.

Tabla 11 Características de premolares permanentes superiores (según Hillson 2002)

1	cúspide bucal más alta que lingual
2	superficie oclusal con desgaste se inclina desde bucal hacia lingual
3	punta de la cúspide lingual sesgado hacia mesial
4	reborde marginal mesial más alta que distal
5	fosa canina a veces presente en primer premolar en lado mesial
6	elementos bucales de la raíz más robustos que lingual
7	prominencia lingual de la cavidad pulpar
8	ápice de la raíz inclinado hacia distal

Tabla 12 Diferencias entre primer y segúndo premolar superior (según Hillson 2002)

1	contorno oclusal triangular en primeros, oval o cuadrado en segúndos
2	diferencia del tamaño entre cúspides bucal y lingual más pronunciada en primeros premolares
3	sesgado mesial de la cúspide lingual más pronunciado en primeros premolares
4	surco central más largo y fosas más pronunciadas en primer premolar
5	rebordes marginales más robustos en segúndos premolares
6	fosa de desarrollo corta el reborde marginal mesial en primer premolar
7	fosa canina – concavidad en superficie mesial de la corona- es presente en primer premolar
8	normalmente primer premolar con dos raíces, segúndo con una sola raíz

Tabla 13 Características de premolares permanentes inferiores (según Hillson 2002)

1	cúspide bucal es la más grande que lingual
2	reborde marginal mesial bajo, más marcado hacia lingual que distal
3	faceta distal de contacto está ubicada más lingual que distal
4	faceta oclusal de contacto se inclina hacia bucal
5	en primer premolar se ubica un surco desde la fosa mesial hacia el reborde marginal mesial
6	en premolares con tres cúspides, la mesolingual es más pronunciada que la distolingual
7	ápice de la raíz curvado hacia distal

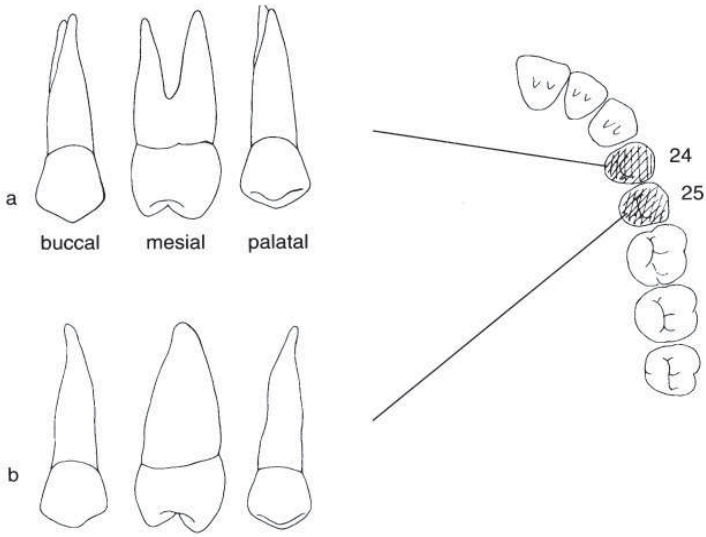


Fig. 6 Dentadura permanente del maxilar izquierdo; a) primer premolar; b) segúndo premolar (por Türp & Alt 1998)

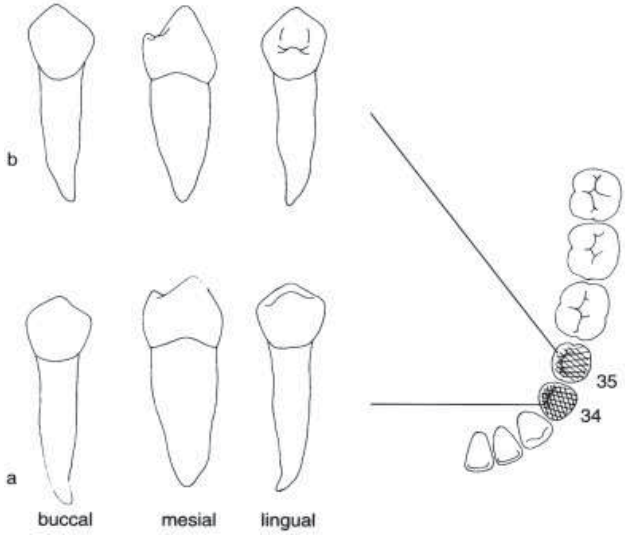


Fig. 7 Dentadura permanente de la mandíbula izquierda; a) primer premolar; b) segúndo premolar (por Türp & Alt 1998)

Tabla 14 Diferencias entre primer y segúndo premolar inferior (según Hillson 2002)

1	usualmente primeros premolares con 2 cúspides, segúndos con 3
2	contorno oclusal del primer premolar circular, en el segúndo más cuadrado
3	arrebato mesial / distal de la corona es más pronunciado en primeros premolares que en segúndos
4	discrepancia en tamaño entre cúspides bucal y lingual en primer premolar, con rebordes marginales bajando
5	corona de los segúndos premolares más abultada con surco central
6	mayoría de los primeros premolares poseen surco mesolingual
7	raíces dobles más frecuentes en primeros que segúndos premolares

Molares

La cantidad de molares varía entre ocho y doce, dependiendo la presencia de los terceros molares, con determinación genética varíable. Las características principales de los molares son parecidas a las de los premolares; aunque aquellos poseen superficies oclusales más amplias (ver figura 8, 9). Los molares son los dientes que muelen y por eso son los indicadores favorecidos para la estimación de la edad biológica con base en desgaste (consultar tomo III). Además se estableció el ritmo de erupción (ver tomo IV); a los seis años erupcionan los primeros, a los 12 años los segúndos y más o menos a los 18 años los terceros molares. Sin embargo, el tercer molar con su determinación inestable puede manifestarse a cualquier edad a partir de los 18 años. En el contexto arqueológico los molares son los dientes más representados por sus raíces múltiples, que permiten una fijación fuerte en el alvéolo.

Deciduo vrs. adulto

Los molares deciduos son significativamente más pequeños que los permanentes, tienen un color amarillo, poseen raíces delgadas y desplegadas (ver tabla 15). Según Barrios Mazariegos (1999), la varíante guatemalteca más frecuente en los primeros molares inferiores deciduos es la de cuatro cúspides con cresta. En los segúndos molares superiores deciduos, la mayoría de las piezas presentan la varíante de cúspide distolingual igual o mayor que a la cúspide distobucal. En los segúndos molares inferiores deciduos la varíante más frecuente es que la cúspide mesolingual es más ancha meso-distalmente en comparación a las demás cúspides.

Maxilar o mandibular

Los molares superiores (tabla 16) tienen tres raíces, una lingual, una mesobucal y una distobucal, a veces aquellas están fusionadas. La corona aparece cuadrada y usualmente se observan tres o cuatro cúspides. Los molares inferiores poseen dos raíces, una mesial y una distal, que pueden ser fusionadas. La corona es mesodistal más larga que bucolingual y usualmente se presentan cuatro o cinco cúspides.

Posición
El primer molar superior tiene la raíz lingual más larga y muchas veces divergente, las facetas del contacto se ubican mesial y distal, y la cúspide de Carabelli – un pequeño tubérculo en la superficie mesolingual a menudo está presente (ver capítulo 1.2.3.).
El segúndo molar superior tiene la raíz lingual más larga, pero no divergente. En caso de la presencia del tercer molar se encuentran las facetas de contacto mesial y distal, en caso de ausencia del mismo solamente mesial. La cúspide de Carabelli está presente.
El tercer molar superior tiene raíces más pequeñas que las del primero y segúndo; las mismás a menudo están fusionadas. Las facetas de contacto están presentes en la superficie mesial y la cúspide de Carabelli no existe.El primer molar inferior tiene dos raíces separadas, con la superficie mesial curvada hacia posterior y usualmente cinco cúspides. El segúndo molar inferior tiene dos raíces, a veces fusionadas, ambas curvadas hacia posterior, y usualmente cinco cúspides. El tercer molar inferior posee dos raíces fusionadas y curvadas hacia posterior (ver tablas 16-19).

Lateralidad
Los molares superiores tienen la cúspide distolingual como la más pequeña, las coronas son más convexas en la superficie lingual y cuando se coloca el molar con la corona hacia inferior y la superficie distal enfrente del observador, la superficie convexa de la corona está en el mismo lado de donde proviene el molar. Los molares inferiores tienen las raíces inclinadas hacia posterior, las coronas son más convexas en la superficie bucal, y colocando el molar con la superficie distal enfrente del observador, la superficie convexa es en el mismo lado de donde proviene el diente.

En los molares se nombran las cúspides por posición, por localización o por nombre, así:

Molares superiores

ubicación	nombre	número
mesobucal (MB)	paracono (Pa)	cúspide 1
mesolingual (ML)	protocono (Pr)	cúspide 2
distobucal (DB)	metacono (Me)	cúspide 3
distolingual (DL)	hipocono (Hy)	cúspide 4

Molares inferiores

ubicación	nombre	número
mesobucal (mb)	protocónido (prd)	cúspide 1
mesolingual (ml)	metacónido (med)	cúspide 2
distobucal (db)	hypocónido (hyd)	cúspide 3
distolingual (dl)	entocónido (end)	cúspide 4
distal (d)	hypoconulido (hyld)	cúspide 5

Tabla 15 Características de molares deciduos (según Hillson 2002)

1	lado bucal y lingual de la corona con cíngulo marcado
2	lado mesial y distal de la corona se ensancha desde el cuello
3	primer molar deciduo con tubérculo molar, adicional el cíngulo en lado mesobucal de la corona inflado
4	coronas de molares inferiores con aspecto de depresión a causa de espacio reducido entre las filas de cúspides bucal y lingual; surco distal marcado
5	primer molar con reborde mesial marginal inclinado (segúndos sin inclinación del reborde)
6	primer molar superior normalmente con tres cúspides
7	segúndo molar parecido al primer molar permanente
8	esmalte de molares deciduos delgado con desgaste rápido
9	tronco de la raíz estrecho
10	divergencia de las raíces con inclinación de los ápices hacia medial
11	raíces y canales de las raíces con sección aplanada
12	molares superiores con tabla radicular
13	reabsorción de las raíces rápida a causa de exfoliación
14	cavidad pulpar grande con relación a la corona y al tronco de la raíz

Tabla 16 Características de molares permanentes superiores (según Hillson 2002)

1	triángulo de las cúspides tiene 2 cúspides bucales altas y una lingual más baja y ancha
2	cúspide distolingual separada del triángulo y más baja
3	orientación del lado bucal relativamente vertical, mientras lado lingual sobresale
4	presencia frecuente del tubérculo de Carabelli en lado mesolingual
5	facetas oclusales del desgaste inclinan hacia lingual
6	raíz lingual más robusta y claramente separada de las raíces bucales
7	raíz mesobucal tiene una sección aplanada y frecuentemente dos canales
8	tronco de la raíz es inclinado hacia distal, con nivel de la bifurcación mesial y distal varíable
9	cavidad pulpar bucal más desarrollada que lingual, y mesial más que distal
10	cúspide de Carabelli acompañada por extensión adicional mesolingual

Tabla 17 Diferencias entre el primero, segúndo y tercer molar superior (según Hillson 2002)

1	diámetro de las coronas M1 > M2 > M3
2	contorno oclusal de la corona en M1 trapezoide, M2 cuadrado y M3 triangular (pero varíable)
3	cúspide distolingual (hipocono) usualmente grande en M1, reducido en M2 y pequeño o ausente en M3
4	primero y segúndo molar presentan facetas de contacto mesial y distal, tercer molar solo mesial
5	raíces en primer molar divergentes, menos divergentes en el segúndo y hasta fusionadas en el tercero
6	entrada del canal de la raíz en la cámara pulpar está cerca en el primer molar y lejos en terceros

Tabla 18 Características de molares permanentes inferiores (según Hillson 2002)

1	punto mesial del contorno oclusal es aplanado o cóncavo, punto distal es robusto, especialmente en coronas con 5 cúspides
2	quinta cúspide en posición distobucal
3	lado bucal de la corona más voluminoso, con borde cervical más bajos que lingual
4	facetas de desgaste oclusal inclinan hacia bucal
5	facetas del contacto justo bucal a la línea media de la corona
6	tronco de la raíz inclinado hacia distal, furcación bucal de la raíz más cerca al borde cervical de la corona que la furcación lingual
7	raíz mesial más larga con diámetro más grande que raíz distal
8	cavidad pulpar más amplia que su fin mesial
9	raíces mesiales usualmente con dos canales, los distales solo con uno

Tabla 19 Diferencias entre el primero, segúndo y tercer molar inferior (según Hillson 2002)

1	primer molar usualmente con 5 cúspides, con contorno oclusal largo y extensión triangular distal
2	segúndo molar usualmente con 4 cúspides, con contorno oclusal rectangular
3	terceros molares varíables e irregulares, con tres, cuatro o cinco cúspides y contorno oclusal triangular, rectangular u óvalo
4	facetas de contacto en primer y segúndo molar mesial y distal, en tercero solo mesial
5	curva oclusal del margen cervical mesial/distal es más pronunciada en primer molar que en segúndo
6	divergencia de las raíces disminuye desde M1, M2 hasta M3 (fusión frecuente)

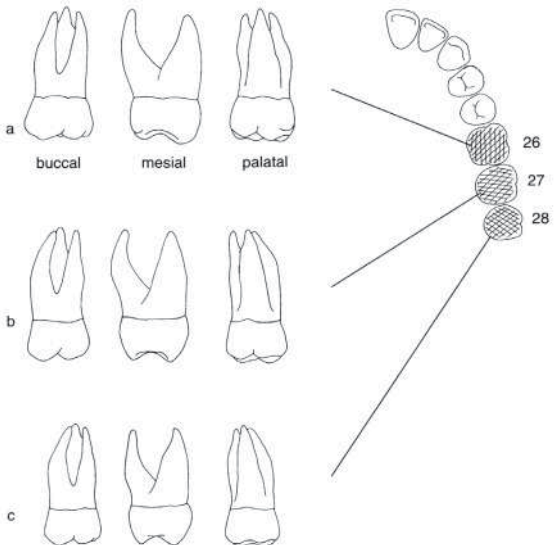


Fig. 8 Dentadura permanente del maxilar izquierdo; a) primer molar; b) segúndo molar; c) tercer molar (por Türp & Alt 1998)

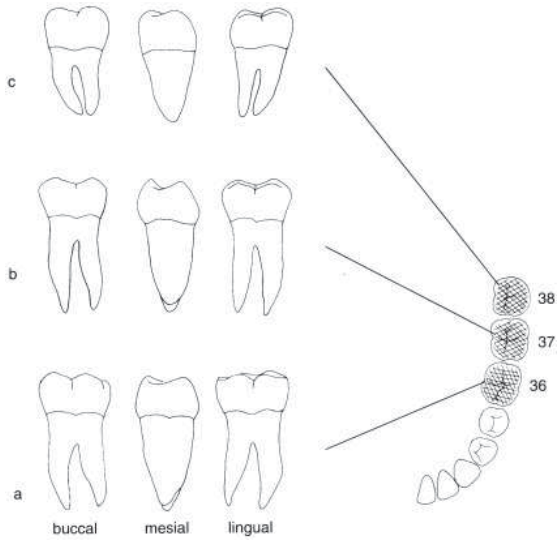


Fig. 9 Dentadura permanente de la mandíbula izquierda; a) primer molar; b) segúndo molar; c) tercer molar (por Türp & Alt 1998)

Para la documentación del inventario óseo-dental, Buikstra & Ubelaker (1994) propusieron el siguiente código para las piezas dentales:

1) Presente, pero no en oclusión
2) Presente, en oclusión
3) Ausente, sin hueso asociado
4) Ausente, con reabsorción alveolar antemortem
5) Ausente, sin reabsorción alveolar (pérdida posmortem)
6) Ausente, congénita
7) Presente, con caries
8) Presente, pero no observable

En el caso de supernumeración dentaria se indica la pieza en la ficha o en un croquis.

1.2.3. Varíantes morfológicas

Después de la descripción de la dentición en su forma idealizada en capítulo 1.2., sigue la descripción de varíantes morfológicas. En el área de las investigaciones dentales se observa la falta de estandarización. A causa de esto, investigadores como Dahlberg han tratado de homogenizar la descripción de la morfología dental a través de moldes o impresiones, que muestran un rango de varíabilidad con base en 12 características en dientes permanentes. Dahlberg inició sus estudios sobre poblaciones amerindias en los años 40 del siglo pasado. Además, Hanihara presentó impresiones de piezas dentarias deciduas. Los moldes más utilizados hoy en día en la antropología dental son los de Turner II et al. (1991) de la Arizona State University (ASU).

Ausencia congénita
Ocasionalmente, uno o más dientes están ausentes. De todos los dientes es el tercer molar el que falta con cierta frecuencia, aunque lo demás también pueden faltar por razones congénitas. El investigador puede confundirse con la falta de erupción, por eso siempre se recomienda un análisis radiográfico. Los dientes perdidos antemortem con reabsorción, que inicia unos meses después la caída, representan un problema por no dejar indicios de cavidades de la raíz. Un criterio para distinguir entre ausencia congénita y pérdida antemortem es usualmente la apariencia irregular del alvéolo. Además se buscan facetas de contacto en los dientes vecinos (Bass 1995). El concepto general se denomina como hipodontia o agénesis dental.

Raíces adicionales o ausentes
A veces los dientes presentan raíces adicionales o bien raíces ausentes. Por eso la documentación de la cantidad de las raíces es importante. Se observa la tendencia de disminución de la divergencia y aumento de fusión de las raíces desde el primer molar hasta el tercero. Una tendencia parecida se observa en los premolares.

Supernumeración

Los dientes adicionales o extras pueden presentarse en los cuatros tipos dentales, como réplica exacta de los dientes normales o en forma modificada. Se encuentra raras veces en la dentición decidua y más comúnmente en la dentadura permanente. Frecuentemente los dientes supernumerarios aparecen bilateralmente como resultado de una retención de las piezas deciduas en la dentadura permanente. Dientes como un cuarto molar pueden manifestarse en varías posiciones dentro y alrededor del arco dental. El concepto general se denomina como hiperdontia.

Dientes gemelos

La existencia de dos dientes gemelos se explica por causas embriológicas. Si los prismás accesorios se colocan muy cerca del germen del diente normal, pueden fusionarse al mismo y al desarrollar originar un diente gemelo en lugar de un diente adicional o supernumerario (Diamond 1992).

Apiñamiento

La dentición adulta frecuentemente está apretada, con una o varías piezas dentales fuera de su posición original. Esta condición es una consecuencia biológica de la disminución del tamaño del arco dental sin la reducción adecuada del tamaño de los dientes. El espacio de los alvéolos no alcanza para la erupción de las piezas dentarias en su posición original. Debido a esta situación, los dientes salen del alvéolo en forma alterada. Los dientes más afectados son los anteriores inferiores permanentes, mientras no se observa el apiñamiento en dientes deciduos. El apiñamiento se correlaciona frecuentemente con terceros molares impactados (Hillson 2002, Mayhall 2000, Scott & Turner 2000).

Rotación

El segúndo premolar es el diente que muestra más frecuentemente rotaciones (figura 10), aunque las otras piezas dentarias pueden presentar también desviaciones de hasta 180^0 de su posición autentica. Cuando un diente está rotado, su cara distal parece como la cara lingual o viceversa (Bass 1995, Hillson 2002).

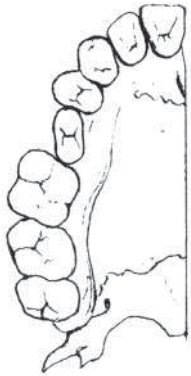


Fig. 10 Rotación del segúndo premolar superior (por Bass 1995)

La tasa de rotación bilateral del incisivo central superior ("winging", ver figura 11) en la población del Norte y Sur de América, es 50% más alta a nivel mundial (Scott & Turner II 2000). Este rasgo es relacionado con la ausencia del espacio en el arco alveolar para la alíneación correcta de los incisivos. Esta rotación refleja la posición de los incisivos centrales, cuyo borde distal puede rotar alrededor de su eje hacia fuera, en forma bilateral, unilateral, rotar hacia lingual unilateralmente o bilateralmente hacia lingual según la escala de Dahlberg (Rodríguez Cuenca 2003).

Fig. 11 Expresiones de la rotación en dientes anteriores: 1) rotación mesolingual bilateral; 2) rotación mesolingual unilateral; 3) incisivos rectos; 4) rotación distolingual unilateral; 5) rotación distolingual bilateral (por Rodríguez Cuenca 2003)

Dientes en forma de pala

Este tipo de varíación genética con expresión dental es conocido y discutido entre antropólogos y odontólogos desde el inicio del siglo pasado. Se observa la forma de pala en incisivos superiores, a veces en inferiores deciduos y raramente en caninos. Los dientes en forma de pala son típicos para poblaciones mongoloides. Morfológicamente, la forma de pala describe una extensión lingual de los bordes laterales en los incisivos (figura 12). Aunque existen varios sistemás de clasificación y descripción, se utiliza, a causa de atrición, la presencia o ausencia del criterio. Mayhall (2000) postuló que los dientes en forma de pala exhiben una resistencia excepcional. Cuando se observa adicionalmente una extensión labial de los bordes laterales, se define esta característica como forma de **doble pala**, que se presenta tanto en incisivos superiores como en inferiores. Algunos incisivos muestran severas extensiones linguales de los bordes laterales y parecen como un barril. Esta **forma de barril** se detecta a menudo en incisivos laterales superiores (Turner et al. 1991).

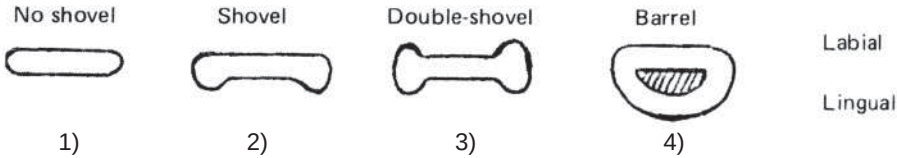


Fig. 12 Incisivos en vista oclusal 1) sin pala; 2) en pala; 3) doble pala; y 4) de barril (por Bass 1995)

Según las investigaciones de Scott y Turner II (2000), la población americana muestra la tasa más alta (hasta 90%) de incisivos en pala a nivel mundial; en europeos la frecuencia es la más baja. En general, las poblaciones nativas de Asia o Norte-América muestran fosas linguales más profundas (>0,9 mm), en Sur-América fosas de

profundidad mediana (0,5-1,0 mm) y en europeos más ligeras (0,3-0,7 mm) (Mayhall 2000). La forma específica de doble pala se encuentra en 55-70% en poblaciones de América.

Surco interrumpido ("interruption groove")
Según Rodríguez (2003) se observa el surco interrumpido en incisivos superiores; consiste en surcos que cruzan el cíngulo verticalmente, continuándose con frecuencia hacia la raíz. Se localiza sobre la base de la corona y por consiguiente se aprecia en dientes con desgaste fuerte (Turner et al. 1991). En pacientes vivos puede estar oculto bajo de la gíngiva. La frecuencia más alta se observa en poblaciones asiáticas (>50 %), mientras en cráneos caucasoides ocurre solamente entre 7-14 %.

Convexidad labial en incisivos superiores
Se aprecia en incisivos superiores y consiste en una convexidad de la superficie labial, vista desde la superficie oclusal (ver figura 13). Se observa en el primer tercio de la corona por su parte labial para evitar falsas impresiones por la presencia de forma en pala o doble pala. La superficie puede varíar entre una forma básicamente plana hasta una convexa (Turner et al. 1991). La convexidad labial está inversamente correlacionada con la forma de doble pala, aunque los rebordes marginales vestibulares pueden tener cierta autonomía. La expresión más convexa se observa en poblaciones africanas como los bosquimanos; los mongoloides, excluyendo a los inuits, poseen al contrario las superficies más cóncavas; los caucasoides ocupan una posición intermedia.

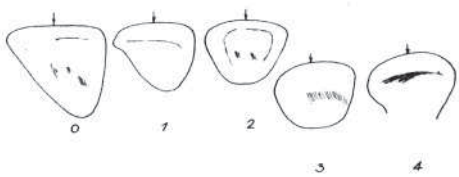


Fig. 13 Convexidad labial en incisivos superiores; 0) superficie labial plana; 1) trazas de convexidad; 2) débil convexidad; 3): convexidad moderada; 4) convexidad pronunciada (por Rodríguez Cuenca 2003)

Tubérculo dental
La estructura de la región cervical de incisivos y caninos es compleja, y no se puede someter a una clasificación morfológica homogénea (ver figura 14). Allí se puede observar una eminencia sin ningún relieve, o un tubérculo acompañado de detalles, entre otros las llamadas proyecciones dactilares. El tubérculo se registra en la región del cíngulo de la superficie lingual de los incisivos y caninos superiores, aunque puede presentarse en los caninos inferiores y varía considerablemente hasta cúspides aisladas con fosas profundas atrás (Rodríguez Cuenca 2003, Turner et al. 1991). Adicionalmente, la proyección del tubérculo se extiende como un reborde en la superficie lingual cóncava (Hillson 2002, Turner et al. 1991). Se registra como presente a partir del estado cuatro en el inventario dentario.

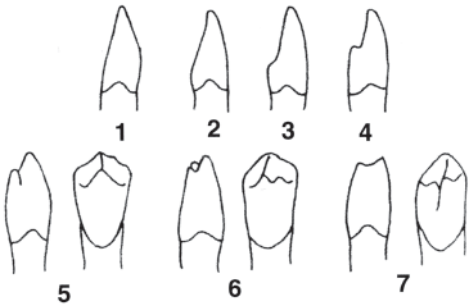


Fig. 14 Expresiones del tubérculo dental 1) superficie región cervical plana, incluída la eminencia cervical; 2) prominencias digitales; 3) pequeño tubérculo; 4) dos pequeños tubérculos; 5) tubérculo grande, acompañado por un pequeño; 6) dos tubérculos grandes; 7) varios tubérculos de diferentes tamaños (por Rodríguez Cuenca 2003)

La frecuencia de esta varíante en mongoloides es menos que 2%, en Polinesia, Micronesia y Melanesia el criterio está completamente ausente y en árabes es alta, con 21 % (ver Rodríguez Cuenca 2003).

Reducción del incisivo lateral superior

El incisivo lateral superior es uno de los dientes más varíables de la dentadura humana, tanto por el proceso de diferenciación como por su reducción. La escala propuesta por Zoubov se ubica en la figura 15.

Fig. 15 Reducción del incisivo lateral superior; 0) ausencia de reducción, anchura del incisivo lateral cercana a 70-80 % del central; 1) reducción moderada, la anchura del lateral es cerca de 50 % del central, conservándose la superficie incisal; 2) diente de forma cónica como los caninos, con una corona menos másiva, de altura similar a la del central; 3) de forma como la anterior pero con la corona más corta que sus vecinos (por Rodríguez Cuenca 2003)

Reborde mesial del canino superior

El reborde marginal mesial en caninos superiores siempre es más larga que lo distal. En bosquimanos de África, especialmente en la población San, se encuentra un reborde prominente con contrafuerza adicional, que baja en la superficie lingual hasta el tubérculo dentale (Hillson 2002, Turner et al. 1991), el que se ha denominado “Bushman canine”.

Cresta distal accesoria en el canino

Según Rodríguez (2003) se aprecia una cresta distal accesoria en la fosa distolingual entre el ápice y la cresta marginal distolingual de los caninos superiores e inferiores. Dado que el desgaste dental puede eliminarla, se recomienda registrarla en niños y jóvenes. Por otro lado parece ser el rasgo más dimórfico de la dentición humana. En el canino inferior las frecuencias muestran varíaciones, con más que 50 % en indígenas del Sur-occidente de los EEUU, casi 30 % en melanesios, 23 % en la India y 22 % en caucasoides Norteamericanos.

Uto-Azteca premolar

Esta forma se detecta en poblaciones indígenas en el Norte de América con frecuencias más altas en Arizona (Morris et al.1978), pero se le ha observado asimismo en otras poblaciones amerindias. Se trata del primer premolar superior permanente con una cresta pronunciada, que se extiende desde el ápice de la cúspide bucal hasta el borde disto-oclusal cerca del surco sagital (ver figura 16). También se observa una rotación de la superficie bucal hacia mesial y una bucolingual de la cúspide bucal. Puede ser una expresión de un premolar tricúspide (Hillson 2002, Rodríguez Cuenca 2003, Turner et al. 1991).

Fig. 16 Premolar Uto-Azteca, molde de ASU

Extensiones y perlas de esmalte

Se observan extensiones del esmalte hasta la raíz en molares y premolares, en varías poblaciones modernas. A veces se nota una culminación del esmalte en un cluster, que forma una perla de esmalte (figura 17). Esta es difícil de observar, cuando el molar está colocado en su posición alveolar con el cuello cubierto por la encía. En América se encuentran extensiones de esmalte en alta frecuencia hasta un 50% en las poblaciones analizadas (Scott & Turner II 2000).

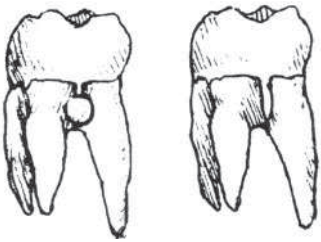


Fig. 17 Perla de esmalte y extensión del esmalte en molares (por Bass 1995)

Cúspides adicionales

Las cúspides adicionales se ubican en varías superficies de los molares mandibulares y maxilares. La **cúspide de Carabelli** se encuentra en los molares superiores en la porción anterior de la cara lingual en diferentes expresiones, definidas por Dahlberg o Turner II et al. (1991). La frecuencia más alta se observa en el primer molar superior permanente, seguido por el segúndo molar superior deciduo. En una muestra guatemalteca se encontró el tubérculo de Carabelli con frecuencia de 14% en forma bilateral y 4% unilateralmente en el sexo másculino. En las mujeres se encontró el tubérculo en 16% bilateralmente y en 4% de forma unilateral (Barrios Mazariegos 1999). La Tabla 20 brinda información sobre la frecuencia del tubérculo de Carabelli en varías poblaciones.

Tabla 20 Expresión del tubérculo de Carabelli (según Mayhall 2000)

población	ligera (%)	mediana (%)	cúspide (%)
Inuit	8	66	26
Pima Indígenas	17	59	24
Americanos (caucasoides)	40	38	22
Británicos	21	58	19
Islas de Pascua	67	23	10

En la población europea, la característica de Carabelli se presenta más frecuente (75-85%) a nivel mundial, seguido por otras poblaciones caucasoides. Los asiáticos e indígenas del Norte de América obtienen una posición mediana, y en las Islas del Pacífico el rasgo se encuentra raramente (Hillson 2002; ver también tabla 20).

El **metacono**, denominado también c3, es la cúspide bucodistal de los molares, y generalmente bien desarrollada en los primeros y segúndos molares, mientras que en los terceros puede ser ausente o expresada en formás débiles (Rodríguez Cuenca 2003, Turner et al. 1991).

La reducción severa y la ausencia de la cúspide distolingual, el **hipocono**, denominado C4, es una tendencia apreciada en el primero y especialmente en el segúndo molar. Dahlberg propuso una escala referida al tamaño de la característica: 4: tamaño es similar al del metacono, conformando una cúspide distolingual independiente; 4-: menor que él, sin formar saliente; 3+: cúspide rudimentaria en forma de un grano pequeño; 3: ausencia total del hipocono. La distribución mundial de esta varíante no discrimina los grandes grupos ancestrales, pero posee un amplio diapasón de varíabilidad, lo que puede ser útil en la comparación de grupos locales. Las frecuencias más bajas se encuentran en Australia, Birma e India con menos de 25%. Los valores máximos se evidencian en mongoloides sinodontes, mientras que los mínimos se presentan en Australo-Oceanía y mongoloides sundadontes (Rodríguez Cuenca 2003, Turner et al. 1991).

El **protostílido**, tubérculo de Bolk o tubérculo anómalo es de interés particular, publicado por primera vez en el año 1842 por Georg Carabelli, dentista austriaca. Un protostílido es una cúspide extra en el aspecto anterior de la superficie bucal de molares inferiores (Turner et al. 1991), que se encontró en material paleoantropológico de A*ustralopithecus*, M*eganthropus* y S*inanthropus* como en material moderno de poblaciones indígenas.

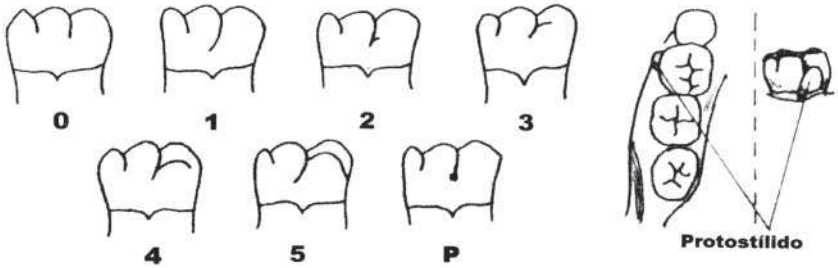


Fig. 18 Expresiones del protostílido (por Rodríguez Cuenca 2003)

La séptima cúspide adicional se denomina **mateconúlido**, tubérculo intermedio, tubérculo accesorio medial interno o c7; el sexto tubérculo se llama **entoconúlido**, tubérculo accesorio posterior interno o c6. En general, las poblaciones no-caucasoides con dientes grandes muestran frecuencias altas de la c6 (Mayhall 2000, Turner et al. 1991).

Muestras de cúspides

Las muestras de las cúspides y los surcos en la superficie oclusal en molares son de suma importancia para los antropólogos físicos para establecer diferencias entre poblaciones. Primero, se observan muestras distintas entre molares del maxilar y de la mandíbula. Los molares maxilares poseen usualmente tres o cuatro cúspides separadas por distintos surcos (ver capítulo 1.2.2.). Las cuatro cúspides del primer molar maxilar tienen tamaños similares, mientras en el segúndo molar maxilar la cuarta cúspide, que es el hipocono, es reducida. En el tercer molar maxilar, éste hipocono puede ser ausente o reducido, y ubicándose en la superficie distal. Dahlberg (1949) clasificó las cúspides de los molares maxilares según el siguiente esquema (ver figura 19).

Los molares mandibulares normalmente poseen cuatro o cinco cúspides y están colocadas de tal forma que los surcos de la superficie oclusal parecen en forma de T (+) o Y. Los cuatro tipos de la muestra de cúspides son Y5, Y4, +5 y +4. En la muestra Y5 (*Dryopithecus*) se encuentra el contacto del metacónido con el hipocónido. Es común en hombres fósiles, mientras las otras muestras se han desarrollado en poblaciones recientes. Él signo + indica el contacto del protocónido con el metacónido, el hipocónido y el entocónido. La X describe el contacto del protocónido con el entocónido.

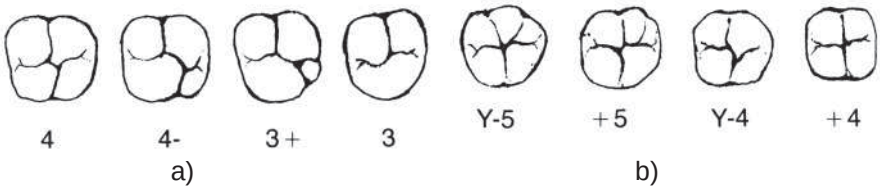


Fig. 19 Muestra de cúspides molares a) maxilares, con expresiones 4) cuatro cúspides con hipocono desarrollado; 4-) reducción del hipocono; 3+) ausencia del hipocono con presencia de una cúspide reducida en borde distal; 3) la ausencia total del hipocono, y b) mandibulares con Y-5) surcos formando una Y con 5 cúspides ;+5) surcos formando un cruce en el surco centra con 5 cúspides ; Y-4) surcos formando una Y con 4 cúspides; +4) surcos formando un cruce en el surco centra con 4 cúspides (por Bass 1995)

Los primeros molares en poblaciones modernas, que son genéticamente estables, muestran frecuentemente la muestra antigua de Y5, mientras los segúndos o terceros varían en sus muestras. Cabe mencionar que las muestras pueden aparecer de forma mediana, y por lo tanto difícil de clasificar; además, la varíabilidad genética del tercer molar está correlacionada con muestras de las cúspides irregulares. El patrón oclusal tipo Y, así como el tipo cruciforme (+) no ha mostrado regularidad estable en su distribución geográfica a escala eurasiática. El carácter más útil como rasgo taxonómico en esta región del mundo parece ser el número de las cúspides, tomado separadamente.

Como generalización se puede anotar, que poblaciones de origen asiática poseen muestras oclusales conservativas con expresiones fuertes del hipocono en todos los molares, mientras poblaciones de origen europeo presentan la tendencia de la reducción del hipocono en los segúndos y terceros molares. El hipocono en si tiene la tendencia de disminución en su tamaño desde el primer molar hasta el tercero (Mayhall 2000).

Tetracúspide del segúndo molar inferior
Es un típico rasgo oriental, por lo menos en el territorio euroasiático, una característica morfológica importante, cuando se trata del análisis comparativo entre poblaciones mongoloides y caucasoides, porque su frecuencia se incrementa casi gradualmente desde el este hacia el oeste. También se observa una incidencia moderada en la costa peruana (46%) en la población mestiza y una frecuencia de 17% en la población indígena (Rodríguez Cuenca 2003).

Cresta distal del trigónido
El trigónido del molar inferior tiene tres crestas: una marginal, una media y otra distal; la distal une la cresta distal del protocónido con la cresta distal del metacónido o dos crestas dístales de las dos cúspides mencionadas. Este rasgo muestra la tendencia del incremento de las frecuencias en las poblaciones euroasiáticas. En poblaciones asiáticas se encuentra la cresta del trígónido con frecuencias entre 15-30%. Cabe

subrayar que la cresta distal del trigónido es un carácter de suma importancia en las comparaciones de los grupos de origen mongoloide y caucasoide, así como en el análisis de las varíaciones dentro del tronco mongoloide (Rodríguez Cuenca 2003).

Pliegue acodado del metacónido en el primer molar inferior
Según Rodríguez Cuenca (2003) es un carácter valioso, aunque no existe una opinión unánime acerca de su registro. Por su definición debe caracterizarse como un recodo o una curvatura de la cresta axial del metacónido, pero esta definición no ofrece ninguna indicación sobre el grado de la curvatura de la cresta (Turner et al. 1991). Por tal razón, los datos publicados presentan gran varíabilidad. Al respecto se aprecia, que no existe un criterio universal de evaluación del ángulo y la forma del pliegue acodado, en particular del tamaño de la parte central del mismo. Este último puede ser grande o pequeño, siendo el ángulo del recodo cercano a los 90^0. En las poblaciones aborígenes de América se observa en frecuencia elevada el característico del pliegue acodado.

Dientes en forma de estaca
Algunos dientes aparecen con retraso debido a factores casuales, y éstos se describen como forma de estaca (“peg-shaped”) y ocurren más frecuentemente en el tercer molar (figura 20) o en los incisivos laterales. Se han reportado sobre esta forma específica en todas poblaciones modernas y se vincula a ausencia congénita.

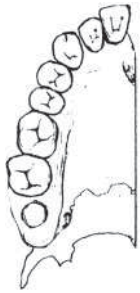


Fig. 20 Tercer molar en forma de estaca (por Bass 1995)

Taurodontismo
Se encuentra el fenómeno morfológico del taurodontismo en molares, donde la cavidad de la pulpa está extendida y las raíces reducidas (ver figura 21). Esta forma es conocida desde los hombres fósiles del Neanderthal, descritos por Sir Arthur Keith y adicionalmente también en varías poblaciones modernas. Por su expresión varíable, se aplican las clasificaciones elaboradas por Shaw 1928 (citado por Bass 1995) que son cinodonte, hipotaurodonte, mesotaurodonte e hipertaurodonte.

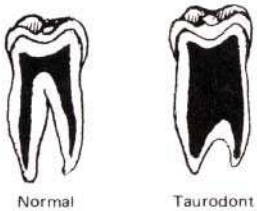


Fig. 21 Molares inferiores; izquierda sin taurodontismo; derecha con taurodontismo (por Bass 1995)

Complejos dentales poblacionales
Siguiendo a Rodríguez (2003), el complejo dental de los mongoloides se caracteriza por una alta frecuencia de incisivos en pala, alto porcentaje de pliegue acodado ("deflecting wrinkle") en los molares inferiores, mayor incidencia de la cúspide 6 en molares inferiores y del metacono en los molares superiores. Además se documentan raíces cortas de los incisivos, hipodontia (ausencia congénita) y perlas de esmalte oclusal en premolares. Las raíces de los molares frecuentemente están fusionadas, son menos extendidas y más cortas. Los caucasoides observan una alta incidencia de la cúspide de Carabelli, patrón +4 en el segúndo molar inferior, baja frecuencia del pliegue acodado y del protostílido. Los africanos resaltan por alta frecuencia de la cúspide 7 y baja frecuencia del pliegue acodado y del protostílido en el primer molar inferior, alta frecuencia del patrón +4 en cúspides del segúndo molar inferior, y además por su macrodoncia.

Un compendio detallado sobre la varíación geográfica de las características dentales presentadas está presentado por Scott & Turner (2000). Al final se debe añadir, que no se nota una determinación genética de las características dentales, aunque no se entiende la interacción compleja entre el medioambiente y la herencia. (Mayhall 2000).

1.3. Morfometría dental

El uso de técnicas estandarizadas para las mediciones permite al antropólogo la comparación específica de dientes individuales, entre poblaciones o varios sub-grupos. Pero se debe tomar en cuenta que existe una varíabilidad grande en el tamaño de los dientes, tanto entre poblaciones como dentro un mismo grupo (Mayhall 2000). La literatura lleva muchas investigaciones odontológicas que tocan la morfometría dental, iniciando con las recomendaciones técnicas del alemán Remane en 1930. Las cuatro dimensiones más documentadas son la altura del diente, el diámetro mesodistal, el diámetro bucolingual (o faciolingual) y el módulo de la corona (ver figuras 22, 23, 24). En contextos arqueológicos se abandona la altura dental a causa del severo desgaste presentado en poblaciones históricas, pero cuando se toma la medición, se define como distancia entre el punto más alto de la corona hasta la unión de la corona con la raíz, tomado en plano paralelo al eje vertical del diente. La anchura o

el diámetro mesodistal se toma entre los puntos más expresados de las superficies correspondientes, paralelo a la superficie oclusal y labial / bucal o la distancia entre las áreas del contacto, que resulta en valores más pequeños (ver figura 22). Por las modificaciones de los puntos del contacto, causados por la atrición oclusal, es recomendable excluir piezas dentarias de la muestra, que están caracterizadas por desgaste severo. El diámetro bucolingual se toma perpendicular al eje mesodistal de la medición mencionada anteriormente. Este diámetro no está afectado por facetas de contacto, pero sí por el desgaste oclusal. El módulo de la corona es una expresión de la mása relativa coronal, calculado por la suma de los diámetros mesodistal y bucolingual dividido por dos; por eso la medición relativa del módulo de la corona se utiliza para fines comparativos y descriptivos. Para la descripción del módulo de la corona se emplea la siguiente escala:

- Hipermicrodontes < 10,2
- Microdontes 10,2 – 10,59
- Mesodontes 10,6 – 10,99
- Macrodontes 11,0 - 11,39
- Hipermacrodontes > 11,4

Para la descripción completa de la corona se incluye también la altura dental, sin embargo las informaciones sobre esta medición son limitadas por el desgaste o la atrición mencionada anteriormente.

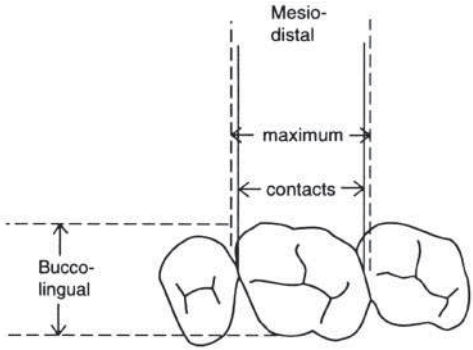


Fig. 22 Ilustración de las dos dimensiones principales en el primer molar (por Buikstra & Ubelaker 1994)

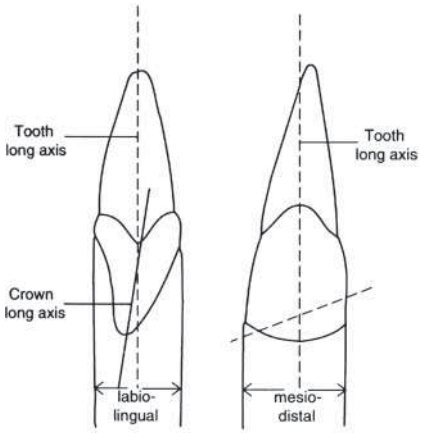


Fig. 23 Ilustración de las dos dimensiones principales en dientes anteriores (por Buikstra & Ubelaker 1994)

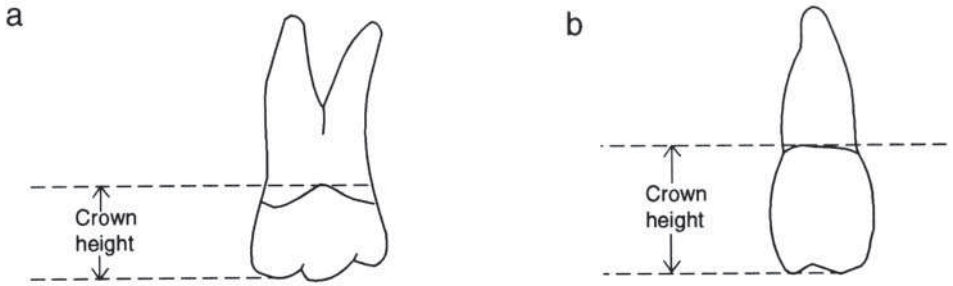


Fig. 24 Medición de la altura coronal (por Buikstra & Ubelaker 1994)

Otra medición que se puede aplicar es la altura de la raíz, que describe la distancia máxima entre el punto de la raíz y el margen cervical de la corona (Hillson 2002).

Con estas mediciones se calculan índices para describir la forma dental a través de proporciones o para calcular la superficie oclusal. El índice coronal se calcula por el producto del diámetro bucolingual por el diámetro mesodistal, dividido por 100. Otro índice es el de la robusticidad de la corona, calculado por la multiplicación de las dimensiones mesodistal y bucolingual. Adicionalmente a las mediciones, se puede observar características como la variación en cantidad y posición de los dientes y las variaciones de la morfología (ver capítulos 1.2.2. y 1.2.3.).

Rodríguez Cuenca (2003) postuló que la medición de los dientes ha atraído la atención de antropólogos y odontólogos, que ven en ella la posibilidad de una apreciación

exacta y objetiva de la varíación dental. Sin embargo, las dimensiones reducidas de las estructuras dentales y el desgaste de la corona conllevan que las mediciones no sean exactas, dependiendo a la edad del individuo y por ende, del tipo de dieta alimenticia empleada por distintas poblaciones en diferentes épocas.

En las poblaciones actuales, la comparación de datos odontométricos resulta en la característica específica de macrodontia en australoides; caucasoides y negroides y se observan diferencias no significativas, especialmente por el diámetro bucolingual de casi todas las piezas. Las mayores diferencias absolutas se observan en el diámetro mesodistal de los incisivos – especialmente laterales – y premolares superiores, cuando se compara caucasoides y mongoloides; negroides reflejan las menores diferencias en comparación con los tres grupos geográficos. Con la excepción de los segúndos molares casi no existen diferencias entre mongoloides y negroides.Tomando en cuenta el tamaño de los dientes (tabla 21), las poblaciones más microdontes son belgas, lapones y tibetanos; los más macrodontes son los aborígenes australianos, melanesios, africanos, y algunos grupos amerindios como los indígenas de Pima (comparar con tabla 22). Los dientes más varíables en cuanto a su tamaño relativo a nivel mundial son los molares (M1, M2) y caninos (Rodríguez Cuenca 2003, Scott & Turner 2000). En la Tabla 21 se representa el promedio de las mediciones bucolingual y mesodistal a nivel mundial (ver también Schnutenhaus et al. 1998)

Tabla 21 Medición de los diámetros bucolingual y mesodistal de varones a nivel mundial (por Rodríguez Cuenca 2003)

superior								
	m-d I1	**b-l I1**	**m-d I2**	**b-l I2**	**m-d C**	**b-l C**	**m-d PM1**	**b-l PM1**
pomedio	8,8	7,0	6,7	6,2	7,8	8,1	7,2	9,3
desviación	0,62	0,28	0,38	0,38	0,35	0,48	0,33	0,43
cont.								
	m-d PM2	**b-l PM2**	**m-d M1**	**b-l M1**	**m-d M2**	**b-l M2**	**m-d M3**	**b-l M3**
pomedio	6,7	9,1	10,4	11,6	9,4	11,5	8,9	10,9
desviación	0,38	0,48	0,48	0,33	0,53	0,60	0,62	0,83
inferior								
	m-d I1	**b-l I1**	**m-d I2**	**b-l I2**	**m-d C**	**b-l C**	**m-d PM1**	**b-l PM1**
pomedio	5,4	5,8	6,0	6,3	7,0	7,9	7,0	7,8
desviación	0,25	0,28	0,25	0,23	0,53	0,50	0,40	0,32
cont.								
	m-d PM2	**b-l PM2**	**m-d M1**	**b-l M1**	**m-d M2**	**b-l M2**	**m-d M3**	**b-l M3**
pomedio	7,1	8,2	11,2	10,4	10,7	10,3	10,9	10,1
desviación	0,40	0,43	0,31	0,45	0,45	0,38	0,68	0,38

Tabla 22 Variedad del diámetro mesodistal en poblaciones asiáticas y americanas (por Rodríguez Cuenca)

población	Negrito	Jomon	Guam	Mokapu	Marquesas	Melanesia	Tikona		Indian Knoll	
sexo	m	m	m	m	m	m	m	f	m	f
I 1 sup	8,36	8,61	8,76	8,46	8,42	9,21	8,73	8,77	8,97	8,61
I 2 sup	6,79	7,07	7,11	6,87	6,82	7,23	7,45	7,50	7,55	7,61
C sup	7,50	7,41	8,52	7,87	7,72	8,86	8,46	8,19	8,27	7,95
PM1 sup	7,11	6,86	7,71	7,20	7,11	7,50	7,54	7,57	7,20	7,05
PM2 sup	6,77	6,40	7,49	6,63	6,73	7,17	6,98	7,06	6,89	6,83
M 1 sup	10,05	10,27	11,19	10,43	10,39	11,43	10,39	10,39	11,11	10,64
M 2 sup	9,46	9,31	10,27	10,01	9,88	10,19	9,81	9,57	10,02	9,70
I 1 inf	5,37	5,27	5,64	5,32	5,27	5,29	5,33	5,44	5,66	5,56
I 2 inf	6,02	5,76	6,36	6,07	5,87	5,67	6,36	6,40	6,52	6,41
C inf	6,72	6,60	7,33	6,95	6,85	7,03	7,24	6,90	7,48	7,01
PM1 inf	6,84	6,90	7,72	7,16	7,18	7,26	7,17	7,09	7,23	6,95
PM2 inf	7,14	6,96	7,76	7,13	7,28	7,67	7,24	7,10	7,37	7,11
M 1 inf	11,14	11,50	12,56	11,45	11,48	12,06	11,32	11,09	11,82	11,43
M 2 inf	10,12	10,63	11,60	10,91	11,10	11,03	10,68	10,34	11,29	10,98

Al final se pueden aplicar las dimensiones dentales para distinguir diferencias entre los sexos (dimorfismo sexual de 10%), donde el canino es el diente más dimorfo para los estudios populares de asimetría. En poblaciones contemporáneas, el proceso de sedentarismo y de la gracilización han conducido a la reducción del dimorfismo sexual, particularmente en algunas estructuras como la talla y las dimensiones craneodentales. En otras partes del cuerpo, como la forma y el tamaño de la mandíbula y ante todo en la pelvis, el dimorfismo existente permite diferenciar claramente entre ambos sexos. La mayor diferencia entre los diámetros mesodistal se aprecia en caninos inferiores, las menores en incisivos centrales inferiores, siempre con valores más grandes para los varones (Rodríguez Cuenca 2003).

En la varíación del tamaño dental se emplea el índice de dimorfismo sexual (IDS), deducido de la relación entre el promedio másculino y el promedio femenino. En las poblaciones humanas recientes el IDS varía entre 1,08 a 1,2 en lo referente a las varíables líneales del esqueleto poscraneal, y para los tamaños de las coronas dentarias de incisivos, premolares y molares entre 1,0 y 1,07, y para los caninos hasta 1,09 (ver también tabla 23).

Tabla 23 Porcentaje del dimorfismo sexual en la muestra dental de Indian Knoll (por Rodríguez Cuenca 2003)

superior								inferior							
	|1	|2	C	PM1	PM2	M1	M2		|1	|2	C	PM1	PM2	M1	M2
mesodistal	4,1	0,8*	3,9	2,1	0,9	4,3	3,2	**mesodistal**	1,8	1,7	6,3	3,9	3,6	3,3	2,8
bucolingual	1,3	1,0*	5,1	3,7	2,1	3,5	4,2	**bucolingual**	1,3	1,0	6,0	2,6	1,3	2,7	2,4

% del dimorfismo calculado mediante la fórmula (100-(M-F)/M x 100)
* valores femeninos más grandes que másculinos

Varios autores Black (1987), Demirjian & Levesque (1980), DeVito & Saunders (1990) han presentado investigaciones al respecto del dimorfismo sexual en dientes deciduos y Ditch & Rose (1972), Garn et al. (1964, 1967), Owsley & Webb (1983) y Teschler-Nicola & Prossinger (1998) para muestras de adultos. Rieger (1993) estableció diferencias dentales en una población medieval europea.

Las propiedades dentales para la discriminación de los sexos son:

- Diámetro mesodistal de la corona de los caninos superiores
- Diámetro bucolingual de la corona de los caninos superiores
- Diámetro mesodistal de la corona de los caninos inferiores
- Diámetro mesodistal de la corona de los primeros molares inferiores
- Diámetro mesodistal de la corona de los primeros molares superiores
- Diámetro mesodistal de la corona de los primeros premolares superiores

En poblaciones recientes, se establece una correlación moderada entre los diámetros bucolingual y mesodistal de las coronas dentales. Las correlaciones son más fuertes en femeninos que en másculinos, en los dientes superiores que en inferiores y en piezas posteriores que en anteriores (Hillson 2002).

Con el desarrollo tecnológico se han implementado varios métodos visuales para la descripción morfométrica como las fotografías de Moiré, que detecta líneas de elevaciones o la estero-fotogrametría. Estos métodos innovadores evitan en gran medida los errores de tipo dentro- y entre observador (plasmado por Hillson 2002).

1.4. Mordida

Durante el proceso de masticación y otras operaciones de la mordida, los dientes son dinámicos en sus alvéolos, produciendo facetas de contacto en los lados mesiales y distales uno con el otro, y además desgaste o facetas en las superficies oclusales.
La oclusión normal (ver figura 25) asume una posición idealizada en adultos menores con dentición permanente completa y perfecta, es decir con dientes regulares y simétricos, que permitan el contacto máximo de las cúspides y surcos de los molares y el traslape labial de las piezas superiores anteriores en relación a los inferiores. Varías formás de maloclusión no necesariamente afectan la función dental de manera significativa. Los cambios que reducen la maloclusión son la atrición oclusal, que describe la reducción horizontal de las cúspides y surcos de los molares y los bordes incisales de los dientes anteriores; y la atrición proximal, que permite a los dientes moverse en dirección mesial.

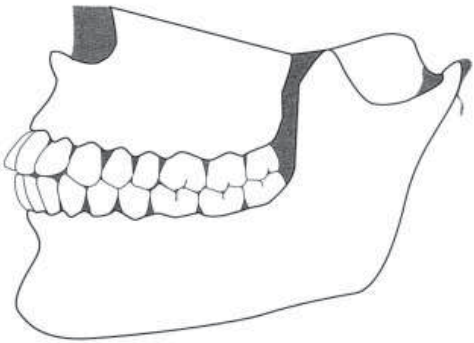


Fig. 25 Oclusión perfecta en vista lateral izquierda (por Langsjoen 1998)

Tipos de oclusión

Existen varios tipos de oclusión en el arco dental anterior al respecto de los incisivos maxilares y mandibulares. Según Rodríguez Cuenca 2003 (figura 26) se define entre ellos:

1) Psalidontia, o mordida de tijera, cuando los dientes anteriores se sitúan por delante de los inferiores, cubriendo la cara labial de los inferiores con la lingual de los superiores. Se presenta en la mayoría de las poblaciones
2) Labidodontia, o borde a borde ("edge to edge biting"), cuando el borde incisal de los superiores contacta con los respectivos bordes de los inferiores. Su frecuencia es alta en ainos (42%), aborígenes de taiwán (42%) y mongoloides en general
3) Stegodontia, en forma de teja, cuando por el prognatismo alveolar, los incisivos superiores cubren los inferiores a manera de tejado
4) Opisthodontia, cuando los dientes anteriores maxilares se separan de los inferiores
5) Progenia, cuando los dientes inferiores sobresalen en relación a los superiores
6) Hiadontia, cuando entre los dientes anteriores se observa una hendidura

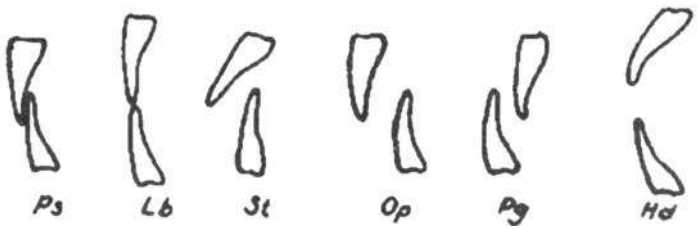


Fig. 26 Varías formás de la mordida (por Rodríguez Cuenca 2003)

Otras formás comunes relacionadas con la oclusión son el diastema, un vacío entre las piezas dentales superiores, que se ubica frecuentemente entre los incisivos centrales; el “winging” -la rotación hacia mesial de los dientes anteriores, que es común en indígenas-; y el “counterwinging” -la rotación hacia distal- (capítulo 1.2.3.). En ambientes estresados o concentrados se observa muchas veces la oclusión fuerte, una acción parecida al bruxismo (Hillson 2002).

La Federation Dental International (FDI) desarrolló un sistema complejo para la observación de la oclusión, que está vinculado con la documentación para la clasificación de enfermedades de la Organización Mundial de la Salud.

1.5. Patología oral

En general, las enfermedades en la cavidad oral pueden afectar los dientes, la encía, el tejido óseo o los tejidos blandos.
Según Rodríguez Cuenca (2003), la reducción de la capacidad de carga del ambiente puede producir desajustes fisiológicos en el organismo humano conocidos como estrés o presión ambiental. Esto es producto de tres factores claves:

1) Medio ambiente en tanto que provee los recursos alimenticios y materiales necesarios para la supervivencia de las poblaciones, y los agentes estresantes (vectores de enfermedades, sequías e inundaciones, que producen malas cosechas), que pueden afectar su salud
2) Sistemás culturales, que sirven de amortiguadores o protectores al proveer comportamientos indispensables en la explotación de recursos, y filtros necesarios en los casos de estrés (exogamia, reciprocidad, intercambio comercial)
3) Factores de resistencia de los huéspedes del estrés

En los estudios de la biología ósea se emplean varios indicadores de estrés, que se manifiestan igual en los huesos y en los dientes, y que dan cuenta del estado de salud y la capacidad de adaptación de las poblaciones históricas, tales como:

1) Crecimiento y desarrollo; las tasas de crecimiento, estatura, altura de la base craneal, morfología pélvica, forma de las diáfisis de los huesos largos, tamaño del canal del arco neural, tasa del desarrollo dental, tamaño de los dientes y asimetría dental
2) Lesiones por desnutrición como deficiencias ferropénicas -hiperostosis porótica, cribra orbitalia-, líneas de harris y defectos del esmalte
3) Lesiones por enfermedades infecciosas, que dejan huellas en los dientes o huesos como la caries, enfermedad periodontal, no específicas como periostitis u osteomielitis y específicas como la treponematosis, tuberculosis o lepra
4) Traumas y muerte violenta

De todos estos marcadores, los más informativos son los defectos del esmalte, por cuanto su formación es un proceso regular, que está sujeto a factores que pueden retrasar o detener su crecimiento. El esmalte es sensible a desequilibrios metabólicos producidos por deficiencias nutricionales, por enfermedades o ambos. El esmalte no se remodela, por lo cual las deficiencias se reflejan excelentemente en éste tejido duro. Los defectos macroscópicos son conocidos como hipoplasias, hipocalcificación y microdefectos como bandas de Wilson. Generalmente, estos defectos son más incidentes en los tercios cervical y medio de la corona de las piezas dentarias anteriores, sobre todo en mujeres, niños entre 2-4 años de edad, personas de estatus social bajo y en individuos agricultores de tierras bajas tropicales con deficiencias alimenticias (Rodríguez Cuenca 2003).

El esmalte carece de células y suministro vascular y nervioso; pese a su grado de dureza suele ser el primer tejido en presentar caries interproximal y sufrir el desgaste de sus superficies funcionales. Por su parte, la dentina es atravesada por extensiones celulares y los odontoblastos revisten su superficie interna; ésta es más dura que el hueso pero más blanda que el esmalte. A diferencia del anterior, la dentina puede regenerarse a través de la dentina secundaria (ver capítulo 1.2.). El cemento cubre la raíz del diente; el cemento celular que se extiende por el tercio apical de la raíz también puede reproducirse. Finalmente, la cavidad pulpar da origen a odontobalstos y está provista de una abundante red de vasos y fibras nerviosas (Rodríguez Cuenca 2003). La figura 27 refleja la interacción de los factores que fortalecen las patologías dentales.

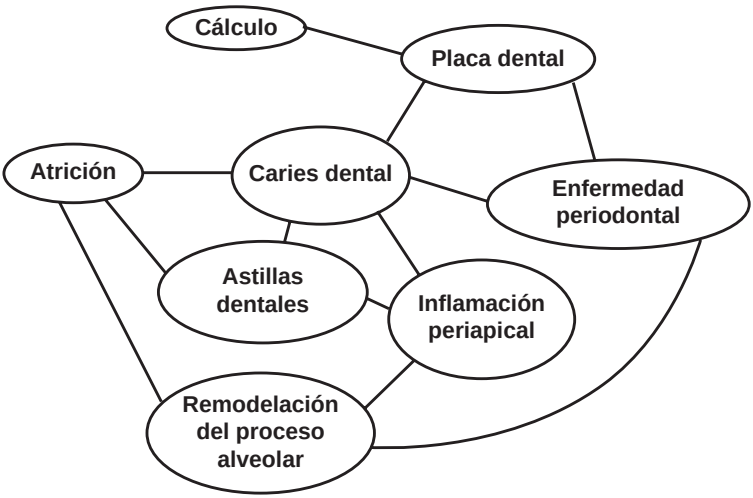


Fig. 27 Modelo de factores pato-dentales (modificado, según Hillson 2000)

Las enfermedades, que afectan la dentadura y el aparato masticativo más conocidas son:

- Caries
- Desgaste dental
- Enfermedad periodontal
- Cálculo dental, placa y sarro
- Reabsorción alveolar hasta la pérdida antemortem de piezas dentarias
- Quistes
- Abscesos periapicales
- Hipoplasia de esmalte

A continuación se encuentra una caracterización orientada en las descripciones de Herrmann et al. (1990), Hillson (2000, 2002), Langsjoen (1998), Ortner (2003) y Rodríguez Cuenca (2003) de cada una de las enfermedades.

Caries

Se define la caries como una enfermedad infecciosa y transmisible, en donde la destrucción progresiva de la estructura dental se inicia a partir de una actividad microbiana causada por *Lactobacillus acidophilus* o *Streptococcus mutans* en la superficie del diente, indicado por una decoloración del esmalte. En concreto, la caries resulta de la producción de ácidos por bacterias y placa; usualmente el curso de la enfermedad es lento (crónico) caracterizado por la desmineralización. Puede afectar cualquiera de las caras de la corona, el cuello o la raíz y desde allí sigue la destrucción del esmalte, de la dentina y del cemento. Para que se desarrolle la caries se requiere de una condición bacteriana, pero algunos factores internos de la estructura dental pueden contribuir a favorecerla, así como el tipo de dieta y la calidad de higiene dental. Así, se observan correlaciones entre la caries y la cantidad de azúcar y la fécula en hidratos de carbono, que baja el ambiente del valor del pH. Al contrario, sustancias como leche, queso y flúor protegen los dientes contra la caries. Dentro de los factores internos se tiene la calidad del esmalte y las vías de penetración bacteriana; una cavidad pulpar puede conducir a la aparición de abscesos y a la destrucción de los tejidos gingivales y óseos, y finalmente a la exfoliación de la cavidad alveolar y a la reabsorción ósea. Según Mestre et al. (1995), la clasificación de la caries enfoca principalmente en la localización de la lesión, donde se distingue entre:

1) Lesión del esmalte
2) Lesión de la dentina
3) Lesión de la cámara pulpar
4) Destrucción del diente

En los estándares para la recolección de datos con base en restos óseos, Buikstra & Ubelaker (1994) presentaron el siguiente código para la localización del defecto:

0) Ausencia de lesión
1) Lesión en superficie oclusal
2) Lesión en la superficie interproximal distal o mesial
3) Lesión en superficie lisa, labial y lingual
4) Lesión cervical en la unión cemento–esmalte
5) Lesión en la raíz, bajo de la unión cemento-esmalte
6) Lesión generalizada, con destrucción avanzada
7) Exposición de la pulpa no cariosa

Por lo tanto, la localización se determina según la cara afectada (oclusal, mesial, distal, lingual, vestibular). Para analizar la frecuencia de la caries, se determina el índice DMF por el calculo del número de dientes afectados sobre el total de los presentes, o por el número de individuos con lesiones.

La caries se manifiesta preponderantemente en los surcos y fisuras de la superficie oclusal de la corona, con preferencia en los molares. Se incrementa dramáticamente después de los 15 años de edad. En general, su frecuencia es mayor en mujeres y su incidencia es casi nula en cazadores-recolectores, surge en agricultores tempranos y se incrementa en las poblaciones agroalfareras, alcanzando su mayor frecuencia en las poblaciones contemporáneas (Buikstra & Ubelaker 1994, Caselitz 1998, Hillson 2002, Langsjoen 1989, Rodríguez Cuenca 2003).

Desgaste dental

Habitualmente, la superficie oclusal de los dientes se desgasta, bien sea por la acción mecánica producida por el contacto de diente contra diente (atrición), o bien por el contacto con materiales extraños (abrasión) o por el uso de los dientes en la elaboración de tiras de piel o vegetal. Así, el desgaste dental depende del grado de la abrasividad de los alimentos, la duración y fuerza del movimiento másticatorio, las características de la oclusión del individuo y del pulido patológico causado a los dientes durante el sueño (bruxismo). El grado de atrición y abrasión, la tasa de desgaste y la inclinación que asume la corona por éste efecto, se han empleado para analizar las diferencias regionales, las tendencias cronológicas como expuestas en el tomo III, la diferenciación sexual y su relación con estrategias de subsistencia. Mientras que los cazadores-recolectores exhiben una mayor tasa de desgaste en sus dientes anteriores y una forma redondeada en sentido labial de la corona por su utilización en calidad de herramienta, los agricultores presentan mayor desgaste en los molares, un ángulo oblicuo de la corona y una abrasión ahuecada en la corona de los incisivos y caninos. Por otra parte, las facetas de desgaste interproximal son superiores en las poblaciones cazadoras y recolectoras. La utilización de morteros y metates arroja gran cantidad de partículas silíceas de alto valor abrasivo, que inciden en las tasas y forma

de desgaste de las piezas dentarias. Finalmente, dado al tamaño de los dientes y la mayor cantidad de alimentos consumidos por los varones, éstos manifiestan índices más altos de desgaste.

El promedio de desgaste en poblaciones indígenas contemporáneas llega al 28.1%. A juzgar por los datos obtenidos sobre la frecuencia de caries y desgaste dental, se puede deducir que existe una correlación inversa (r=-0,978) entre ellos: a mayor la caries, menor la abrasión y atrición. Contrariamente a la condición anterior, aquí el desgaste dental como fracturas de la corona afectan más a los hombres que a las mujeres (Rodríguez Cuenca 2003).

En las comunidades prehispánicas se reporta con frecuencia un tipo de desgaste interproximal, que genera una acanaladura entre los dientes afectados, exponiendo la pieza a caries cervical, lo que Ubelaker (1999) denomino “interproximal grooving” (ver capítulo 1.6.). Al final, la calidad de la nutrición influye significativamente en las muestras y las enfermedades dentales; por eso se pueden reconstruir los patrones de la dieta a través de investigaciones microscópicas de la abrasión del esmalte (Buikstra & Ubelaker 1994, Hillson 2002).

Enfermedad periodontal

La encía forma parte de la mucosa oral, que rodea a los dientes y finaliza en un borde delgado adherido estrechamente a ellos. En general, la enfermedad periodontal incluye una repuesta inflamatoria de la encía a uno o más irritantes (gingivitis). Los factores locales que contribuyen a su desarrollo vinculan microorganismos, bacterias como *Streptococo*, cálculos, enclavamiento de alimentos y otros agentes externos. La inflamación, si no es tratada, progresa hacia una periodontitis crónica severa, que debilita y destruye al periodoncio hacia los alvéolos (figura 28). Habitualmente se observan estos cambios en personas mayores de 30 años con precaria higiene oral. En las poblaciones contemporáneas, la caries extendida es uno de los principales causantes de la pérdida de dientes. En las sociedades prehispánicas existen además de la caries y de la enfermedad periodontal otros factores, que conllevan a la pérdida de piezas dentarias: el excesivo desgaste, los traumás, el necrosamiento pulpar, la osteítis periapical, la reabsorción ósea (ver en adelante) y la avulsión participan en éste proceso. La reabsorción alveolar producida por la enfermedad periodontal puede ser una de las causas principales conjuntamente con los abscesos periapicales.
Los dientes más susceptibles a la enfermedad peridontal son los molares superiores e inferiores, mientras que los más resistentes son los caninos; los incisivos y premolares se encuentran entre estos extremos. El patrón de supervivencia dental es aplicable a las poblaciones de cazadores-recolectores, agricultores tempranos y a las contemporáneas (Hillson 2002, Rodríguez Cuenca 2003, Strohm & Alt 1998).

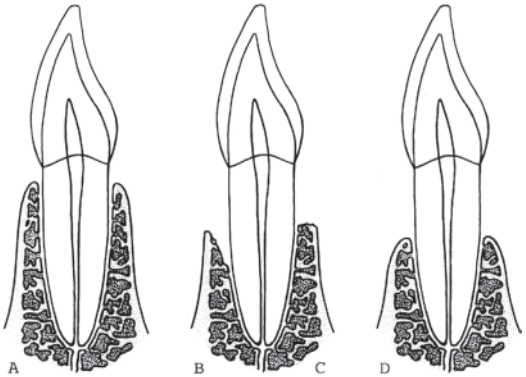


Fig. 28 Clasificación de la enfermedad peridontal; a) peridoncio sano; B) periodontitis marginal con destrucción vertical; C) periodontitis marginal con destrucción horizontal; y D) atrofia (por Strohm & Alt 1998)

Cálculo dental

La mineralización de la placa bacteriana, compuesta de una capa pegajosa de glucoproteínas, partículas de comida y microorganismos vivos y muertos (ácidos orgánicos, proteínas, peptidos y aminoácidos) constituye el factor irritante principal en la evolución de la enfermedad periodontal. Habitualmente, la escala para la determinación de cálculo dental más empleada es la de Brothwell; en la expresión ligera se encuentra una línea del cálculo, mientras la manifestación media describe una banda pronunciada alrededor de la corona. Cuando el sarro cubre la mayor parte de la corona y el cuello, se denomina este estado como considerable (figura 29).

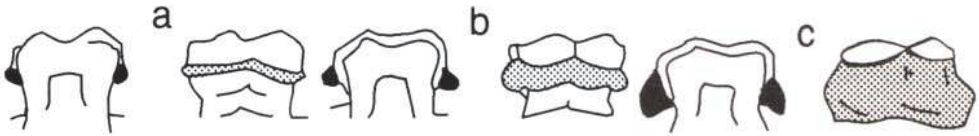


Fig. 29 Expresiones de cálculo dental según Brothwell; a) leve, b) moderado, c) fuerte (por Buikstra & Ubelaker 1994)

Buikstra & Ubelaker (1994) presentan el siguiente código para la expresión del cálculo dental:

0) Ausencia del cálculo
1) Expresión leve
2) Expresión moderada
3) Expresión severa
4) No observable

Según los estudios realizados existe una fuerte correlación entre la acumulación de cálculo dental, la falta de limpieza en la boca, la dieta alimenticia, la caries, la periodontitis, el sexo y la edad. Por lo visto, los hombres consumían mayor cantidad de alimentos ricos en proteínas (hidratos de carbono) y su higiene dental, además, era bastante precaria (Hillson 2002, Rodríguez Cuenca 2003). En su finalidad, la placa y el sarro pueden causar la caída de los dientes afectados, que forman el hábitat para microorganismos como *Streptococo mutante*, *Actinomices* o *Cactobacilo,* los cuales se nutren en primera línea por azúcar (Hillson 2002).

Reabsorción alveolar

Una de las consecuencias de la periodontosis es la reabsorción alveolar, aunque también pueden incidir otros factores. Según la escala de Brothwell (figura 30) se describe el primer estado por ausencia de reabsorción, el segúndo por reabsorción ligera, donde está afectada menos de la mitad de la raíz; en la etapa media la reabsorción llega cerca de la mitad de la raíz y en el estado denominado considerable se afecta más que la mitad de la raíz. En éste, el último estado completo, el diente cae y el alvéolo queda completamente obliterado. El proceso de la reabsorción alveolar inicia directamente después de la caída y termina después de unos meses con un periostio homogéneo remodelado.

Generalmente se distingue por un lado entre la atrición alveolar horizontal, que involucra una degeneración interproximal, bucal y lingual, y que se vincula con el consumo de maíz, y por otro lado la atrición vertical, que se ubica puntualmente alrededor de la inflamación. Según los estudios de Frauendorf et al. (1998, 2000), la diferenciación entre el proceso fisiológico y patológico de la disminución alveolar se manifiesta compleja debido a la conservación del material histórico de la Alta Edad Media alemana (comparar Clarke & Hirsch 1991, Muller & Perizonius 1980, Wang et al 1995).

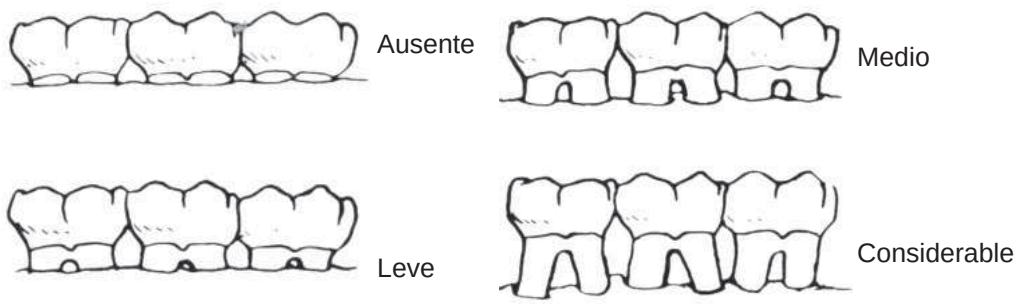


Fig. 30 Estados de reabsorción alveolar (modificado, según Brothwell 1987)

Quistes

Las quistes son cavidades que contienen fluidos líquidos. El más común es el quiste radicular, que crece por un granuloma periapical. Los quistes son comunes en individuos adultos, especialmente en los dientes anteriores superiores. Normalmente el proceso pasa sin causar dolor en los pacientes, y por ello pasa desapercibido.

Abscesos

Cuando se da invasión de bacterias orales en la caries dental o cuando el desgaste dental es muy severo, se expone la cavidad pulpar, que se inflama produciendo pulpitis. Al existir una fuerte presión en el interior de la cámara pulpar, se disemina la inflamación; si continúa la misma se puede producir un necrosamiento de la pulpa, se propaga la inflamación a través de los conductos radiculares hacia la región periapical. El absceso periapical se desarrolla a partir de la necrosis pulpar, ya sea en forma directa o después de la formación de granulomás o quistes periapicales. Así, los abscesos se desarrollan de un granuloma por acumulación de pus. Esta maleza pasa por el hueso alveolar a través de una fístula. Si no se trata la lesión se puede extender hacia el hueso adyacente produciendo osteomielitis. Se identifican abscesos por la presencia de canales desde la raíz hacia el alvéolo, (Buikstra & Ubelaker 1994, Hillson 2002, Rodríguez Cuenca 2003, ver figura 31).

La escala que se aplica para la descripción de la intensidad de abscesos se refiere al diámetro del orificio:

- Ligero, con menos que 3 mm de diámetro externo visible
- Medio, con diámetro externo entre 3 y 7 mm visible
- Considerable, con diámetro externo a partir de 7 mm visible

Buikstra & Ubelaker (1994) presentaron el siguiente código para la ubicación de abscesos:

0) Ausencia de absceso
1) Canal bucal o labial
2) Perforación lingual

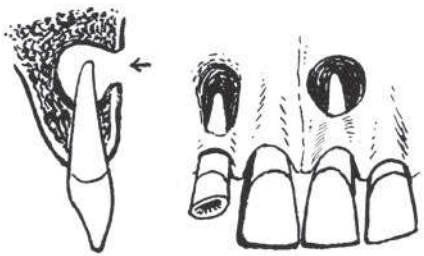


Fig. 31 Abscesos en el alveolo maxilar caracterizados por la fenestración a nivel apical de la raíz (por Brothwell 1987)

Mientras que en poblaciones modernas los abscesos se forman frecuentemente como consecuencia de la caries, en las sociedades prehispánicas, con una tasa de caries muy baja y un alto índice de atrición, lo más probable es que surjan por efecto del desgaste dental, que produce la exposición de la cámara pulpar.

A la luz de estudios obtenidos es indudable que existe una alta correlación entre la frecuencia de los abscesos periapicales, la intensidad del desgaste dental, la enfermedad periodontal aguda, y por ende, con el sexo másculino, la edad avanzada, los hábitos alimenticios y la salud oral como criterios individualizantes. En los varones de edad avanzada el severo desgaste dental, la fuerte acumulación de cálculo dental, la utilización de la parte izquierda en el ámbito de los molares en alguna práctica cultural y el mayor consumo de alimentos abrasivos con mayor contenido proteínico favorecía la mayor frecuencia de abscesos y la pérdida de dientes por esta anomalía (Rodríguez Cuenca 2003).

Defectos en el desarrollo dental

Los defectos en el desarrollo dental se utilizan con frecuencia para medir el grado de estrés y el nivel nutricional y de salud, tanto de poblaciones contemporáneas como prehistóricas. En los últimos decenios se han producido varios estudios sobre éste efecto en colaciones prehispánicas, que analizan su distribución por edad, sexo y tendencias históricas. La formación de la corona y raíz dental está condicionada por factores genéticos, cuya interrupción afecta la amelogénesis y odontogénesis, es decir, la formación de esmalte y dentina, respectivamente. Factores ambientales como la inadecuada ingesta de alimentos (por ejemplo el exceso de flúor) pueden afectar permanentemente la estructura del esmalte y dentina, produciendo defectos visibles en el ámbito macroscópico (hipoplasia, hipocalcificación) o microscópico como las estrías de Retzius o bandas de Wilson (Rodríguez Cuenca 2003).

Hipoplasias del esmalte

Es el defecto de desarrollo más conocido y estudiado y se define como la alteración estructural del esmalte. Puede suceder por una hipomineralización, que es una mineralización reducida o por reducción cuantitativa del esmalte con una mineralización normal, y es observable macroscópicamente en la superficie de la corona, especialmente de los dientes anteriores superiores, en forma de bandas u hoyuelos. Las hipoplasias se expresan entonces por diferencias e irregularidades en el grosor del esmalte (figura 32). Microscópicamente incluyen una deficiencia en el grosor del esmalte acompañada de una convergencia de las estrías de Retzius y una ausencia de la estructura prismática observable en la superficie del esmalte. Diferentes investigaciones encaminadas a establecer la edad de aparición de las líneas de decrecimiento han concluido que las hipoplasias coinciden con la edad del destete, aproximadamente entre los dos y cuatro años. El estrés fisiológico producido por el cambio de alimentación al abandonarse la leche materna parece ser el agente causal a esta edad; los defectos en la dentición decidual indicarían por tanto estrés maternal o problemás de infancia. Dentro de los factores potenciales que propician el surgimiento de la hipoplasia, se cuenta el estrés generalizado, estrés metabólico, deficiencias nutricionales (protéica calórica), factores genéticos, ingesta de productos

tóxicos, infecciones, traumás y enfermedades infantiles (Rodríguez Cuenca 2003, Schultz et al. 1998).

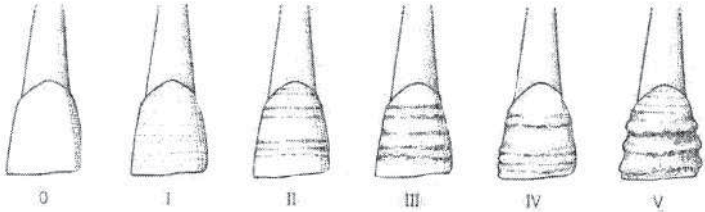


Fig. 32 Forma de hipoplasias transversales en incisivos superiores (por Schultz et al. 1988)

Existen varías escalas para documentar la intensidad de la hipoplasia en caninos:

1) Ausente
2) Afecta al 1/3 cervical del canino
3) Afecta a los 1/3 cervical y medio
4) Afecta a los 1/3 medio y oclusal
5) Afecta severamente a toda la superficie vestibular del canino

Buikstra & Ubelaker (1994) propusieron el siguiente código para la descripción de las hipoplasias en el esmalte:

0) Ausencia
1) Surcos horizontales
2) Surcos verticales
3) Fosas horizontales
4) Fosas nonlíneares
5) Fosa singular
6) Opacidad discreta
7) Opacidad difusa

La hipocalcificación produce la opacidad de las piezas, que aparecen como bandas transversales o áreas ovales en la superficie labial o bucal de la corona.

Según Buikstra & Ubelaker (1994) se nota el color de la opacidad por el siguiente esquema:

0) Amarillo
1) Blanco hacia crema
2) Anaranjado
3) Marrón

Anomalías dentales

La sífilis congénita es la infección del feto a través de la placenta atacada por el *Treponema pallidum*, producido por su propia madre. Actualmente, en virtud de los tratamientos antibióticos es una enfermedad muy rara, pero en épocas prehispánicas, particularmente precerámicas, fue corriente, aunque las comunidades indígenas la curaban con zarzaparrilla, en el altiplano cundiboyacense, y palo santo "guayacán" en el Caribe. El niño afectado por sífilis congénita desarrolla un cuadro patológico que puede producir la nariz en silla de montar ("saddle nose"), deformaciones del frontal, inflamación de la tibia hasta producir la forma de sable ("sabre"). Los defectos característicos de los dientes son las escotaduras en los incisivos ("Hutchinson's incisors"). Estos incisivos son más pequeños y redondos, con color amarillento en el esmalte, separados ampliamente, con escotadura en la superficie incisal; con el tiempo se desgastan y se pierden rápidamente. El desarrollo de capas hipoplásticas de esmalte cortadas abruptamente por capas telescópicas puede afectar la formación de los molares, produciendo lo que se conoce como molar en mora ("Moon's molars" o "Fournier- o mulberry molars"). La gemación es otro fenómeno, que se ha observado en frecuencias muy bajas en las comunidades prehispánicas (Rodríguez Cuenca 2003).

Con el fin de estandarizar dichas observaciones y mejorar el nivel de comparación, Lukacs (1989) propuso el concepto de Perfil Patológico Dental (PPD), que consiste en la prevalencia de cada patología o condición mórbida, y la incidencia relativa de una sobre otra. En las poblaciones indígenas contemporáneas asciende la tasa en promedio a 11,3, con mujeres (promedio de 12,4) más afectadas que los hombres (promedio de 10,2).

1.6. Cambios artificiales

La ornamentación del cuerpo humano, como perforaciones, tatuajes o cicatrizaciones, es una antigua y fascinante práctica humana, que se realiza con variedad de significados (ritual o religioso), ampliando la visión de pura estética. También los humanos se han designado a la modificación artificial de las piezas dentarias, conocida a nivel mundial y especialmente en Meso-América (Havill et al. 1997).

Brothwell (1981) considera, que algunos efectos de enfermedades y el desgaste dental, como las fisuras o pérdida de piezas dentarias y todos los cambios de la forma, se atribuyen a factores culturales, es decir a deformaciones intencionadas y practicadas por seres humanos. Singer (1953) y también Comás (1957) han efectuado estudios sobre las prácticas de mutilaciones en casos de África, América, Malasia, Australia e incluso el antiguo Egipto. En algunos pueblos africanos y mesoamericanos se practicó la decoración y mutilación dentaria intencional, con propósito estético, religioso o ritual, mediante las técnicas de la incrustación y limado de las superficies vestibular e incisal respectivamente; habitualmente de incisivos, caninos y premolares.

A menudo se refiere como exóticas a las modificaciones corporales así como las dentales. Pero en el contexto forense éstas brindan aportes significativos para la identificación, porque se trata de características específicas y únicas de la persona fallecida. Generalmente, las documentaciones sobre modificaciones dentales ocupacionales o habituales tienen carácter casuístico, aunque Milner & Larsen (1991) presentaron una revisión al respecto.

La división que Alt & Pichler (1998) aplicaron para la descripción de las modificaciones es la siguiente (ver tabla 24):

- Activas, cambios intencionales
- Accidentales o pasivas, sin intención

Tabla 24 Sistematización de las modificaciones dentales artificiales (por Alt & Pichler 1998)

modificaciones dentales artificiales				
accidental			**intencional**	
parafuncional	**ocupacional**	**habitual**	**mutilación dental**	**terapia dental**
abrasión • oclusal • interproximal • muestras de micro-uso	**dientes como herramientas** • defectos en dientes anteriores • defectos en dientes específicos o aislados	**hábitos de higiene** • defectos en tejido duro • defectos en tejido duro aislados	**mutilaciones dentales** • decoración • ablación • blanqueo • coloración • cambio de posición • amputación • dientes recortados .	**prótesis** • dentadura artificial • puentes • coronas **odontología conservativa** • rellenos de metal • rellenos de otros materiales **cirugía oral** • extracción • trepanación • replantación • tratamiento de fracturas
atrición • contacto • bruxismo	**trauma dental** • dientes con grietas • dientes fracturados • dientes cortados • fracturas verticales de la raíz • cúspides fracturados • ausencia traumática de dientes	**marcas dentales individuales** • defectos específicos del tejido duro • defectos no-específicos del tejido duro		
erosión dental • materiales erosivos	**erosión dental** • defectos afectando tejido duro	**erosión dental** • prácticas de cuidar • vomitas crónicas	**mutilaciones orales** • “piercing” corporal	**terapia periodontal** • hilos de oro

Varías de las modificaciones dentales intravitales son resultado de hábitos; el ejemplo más conocido es la del fumador de pipa, donde los dientes actúan como yunque. El surco interproximal ("interproximal grooving") es otro fenómeno conocido, definido por una depresión desde bucal hacia lingual con marcas limitadas en los molares, que resulta por la utilización de palillos para limpiar los espacios interproximales entre dientes (Hillson 2002, Ubelaker 1999). Otras modificaciones son resultados de procesos intrusivos, o de tratamientos. Según Buikstra & Ubelaker (1994), se definen las siguientes categorías de modificaciones intencionales como:

1) Limadura, con modificación de las superficies, frecuentemente en incisivos y caninos de forma varíable
2) Perforación, con modificaciones de las superficies, con o sin incrustaciones o empastes, que tienen como base depresiones (circulares)
3) Restauración dental y accesorios (prótesis) de varías formás
4) Cambios habituales, asociados al uso artificial de la dentadura
5) Ablación dental, donde se remueven o extraen piezas dentarias como práctica cultural, aunque es precaria distinguir entre ablación y la pérdida antemortem natural, la ausencia simétrica es un indicio para la ablación

Los esquemás, que los antropólogos utilizan hoy en día para la caracterización de las mutilaciones dentarias fueron elaborados por Rubín de la Borbolla (1940) con 24 tipos de modificaciones y por Romero (1958, 1970), que analizó una muestra prehispánica de 1212 piezas dentales anteriores, modificados por cortes y perforaciones del Instituto Nacional de Antropología e Historia de México, dividiéndolas en las siguientes siete categorías básicas (A hasta G, ver figura 33).

La clasificación de Romero incluye según López Olivares (1997) son:

1. Modificaciones del borde
   - A) En el borde incisal
   - B) En solo un ángulo de la corona
   - C) En ambos ángulos

2. Modificaciones de la superficie anterior
   - D) Líneas
   - E) Incrustaciones o facetas parciales en el esmalte

3. Modificaciones mezcladas en el borde y la superficie anterior
   - F) En el borde incisal con líneas en la cara anterior o en el borde oclusal con eliminación parcial del esmalte
   - G) En el borde incisal, en uno o ambos ángulos e incrustaciones

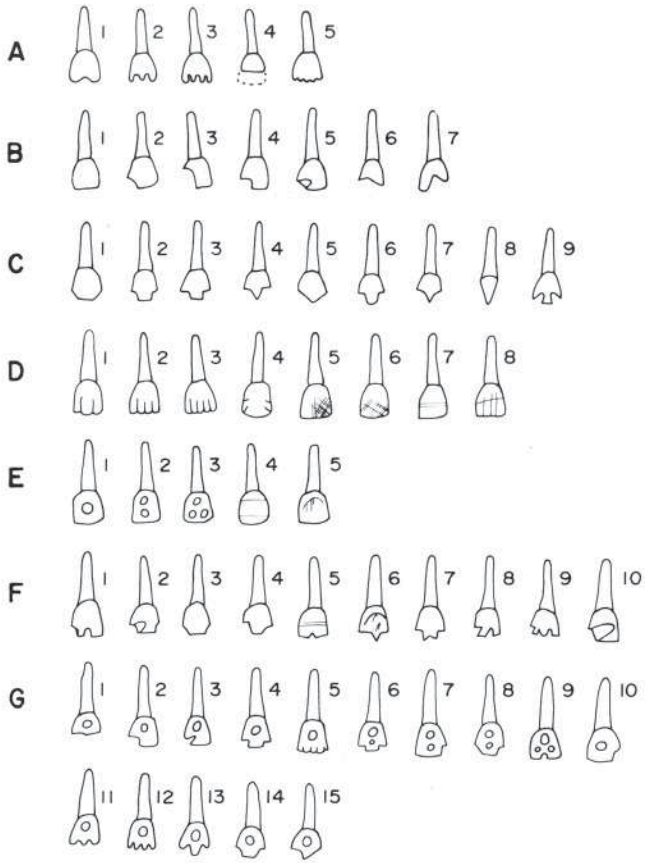


Fig. 33 Sistema de clasificación de las mutilaciones artificiales según Romero (por Ubelaker 1999)

1.7. Odontología forense

Según López Hernández (1994), la odontología forense en Guatemala se encuentra en una etapa embrionaria, aunque se ha comprobado en otros países, como los Estados Unidos y Europa, que es un arma legal de mucho valor en la investigación criminal, pero debido al sistema de legislación y justicia del país, muchas veces es difícil comprender el alcance de esta ciencia. Por su definición es la rama de la antropología dental que trata sobre el manejo y el examen adecuado de los hallazgos dentales en el contexto judicial, en relación estrecha con otras disciplinas como el derecho, criminalística, medicina legal y antropología forense, entre otros.

Históricamente, la odontología forense nació en el año 1897, cuando el cubano Dr. Oscar Amoedo realizó la identificación de varios cadáveres por medio de la odontología en una tragedia de un incendio en Paris. En su aplicación actual, la identificación de víctimás a través de rasgos dentales ha sobresalido en gran manera, ya sea en siniestros aéreos, movimientos telúricos, desbordes de ríos, avalanchas, erupciones volcánicas, incendios, accidentes u homicidios múltiples en los cuales, para entorpecer o desviar las investigaciones, los victimarios utilizan diferentes métodos para evitar las identificaciones. De cualquier modo, la importancia de las piezas dentarias está determinada por los parámetros de su resistencia a la destrucción y sus características propias (Alt 1997, Alt & Walz 1997a, b, 1999). En casos recientes, la interpretación de las huellas de mordida juega un papel importante (Meneses Ruiz 2005).

La odontología forense tiene puede actuar, entre otros, en contextos de:

- Identificación
- Lesión personal
- Dictamen de la edad
- Actuación en casos de desastres
- Maltrato infantil

En los procedimientos de la identificación de personas desaparecidas sin documentos de identidad, al igual que cuando se estudian restos históricos y no se cuenta con huellas dactilares ni fotografías de los occisos, se analizan sus restos óseos y dentales con el fin de reconstruir la osteobiografía general (edad, sexo, ancestro, estatura) e individual (lateralidad, grado de robustez, patologías, marcas de estrés ocupacional). La dentadura brinda informaciones importantes sobre dichas características y también hábitos alimenticios, deficiencias durante el desarrollo, aspectos genéticos e histomorfométricos porque se graban en el aparato dental. Así, el conjunto de caracteres físicos de las piezas dentales basta para distinguir a un individuo, incluso después de la muerte, en virtud que estos elementos resisten la putrefacción, el intervalo posmortem, sustancias químicas y por partes asimismo el fuego. Su morfología, dimensiones métricas, el patrón de desgaste, los tratamientos dentales y la cavidad pulpar, que es la cámara de conservación de material genético, apoyan a las ciencias forenses con una importantísima batería de datos, que contribuyen a la individualización de personas desaparecidas. En éste sentido, la carta dental que se aplica regularmente en las dependencias judiciales es una mínima parte de toda la información que se obtiene del sistema dental. A igual que para los huesos, los dientes llevan la historia de las personas, que en vida formó parte de un medio ambiente, un grupo social determinado y de una individualidad, que lo hace único e irrepetible (Rodríguez Cuenca 2003).

El cuestionario básico de la identificación, es decir, las preguntas que se fórmula a los restos humanos, comprende igual que en el contexto forense (Rodríguez Cuenca 2003):

1. **¿Son los restos humanos o de animales?**
   Los caninos humanos en lugar de ser cónicos como en el resto de animales, tienen aspecto de cincel y se parecen a los incisivos. Los incisivos en sí mismos son pequeños en relación a los premolares y molares. Estos últimos tienen forma bastante redondeada, y sus superficies oclusales observan cúspides bajas y aplanadas, cubiertas de una gruesa capa de esmalte. La forma del arco maxilar no tiene forma de U como en muchos primates, sino elipsoidal.

2. **Número mínimo de individuos**
   Se puede seleccionar un diente, maxilar o mandibular, izquierdo o derecho, para realizar el conteo de piezas equivalente al número mínimo de individuos presentes en el lugar de inhumación. No se recomienda escoger incisivos, porque son los primeros que se pierden cuando se esqueletiza un cuerpo por la facilidad de salirse de los respectivos alvéolos. Los caninos, en tanto que son gruesos y poseen raíces profundas, son frecuentemente los más apropiados para éste proceso.

3. **Posible causa o manera de muerte**
   Respecto a la causa de muerte los dientes no aportan información, pero sí en cuanto a la manera de muerte, porque los dientes rosados “pink teeth” se asocian a una muerte violenta, evidencia de la oxidación rápida e incompleta de la hemoglobina, o la posibilidad de envenenamiento por monóxido de carbono o estrangulamiento.

4. **Parámetros demográficos (sexo, edad, filiación ancestral)**
   Los diámetros de la corona, cuando se cuenta con datos poblacionales, disponen de un alto valor discriminatorio en la estimación del sexo. Se recomienda usar patrones métricos, especialmente de los caninos inferiores porque son los dientes más dimórficos, alcanzando aproximadamente un 5 %, y los que menos se ven afectados por desgaste y procesos cariogénicos.

   El estudio de los ritmos de formación y erupción dental tiene un importante aporte a la estimación de la edad en restos esqueletizados subadultos (consultar tomo IV). Por otro lado, la racemización del ácido aspártico determinada de la dentina, cemento y esmalte dental, muestran una correlación con la edad cronológica de más que 0,9, por lo que este método se convierte en un estimativo de alta precisión, aunque costoso e intrusivo. Además se utiliza los esquemás del desgaste dental (ver tomo III).

   Las dimensiones dentales diferencian a las poblaciones; en general los negroides poseen el menor diámetro mesodistal en incisivos y caninos, mientras el diámetro mesodistal de los premolares y molares es el más grande; en las mediciones vestibulolingual ocurre a contrario. Los caucasoides tienen los dientes anteriores más pequeños en proporción a los posteriores y los indígenas americanos, asiáticos y melanesios ocupan una posición intermedia (comparar tomo V). La posibilidad de esclarecer la filiación ancestral de una persona se basa en características

propias de algunos rasgos morfológicos dentales, que muestran frecuencias muy diferentes en diversas poblaciones del mundo. En algunos casos, tal diferencia alcanza hasta un 90%, lo que se afirma sobre la base de la información estadística acumulada en muchos países.

5. **Osteobiografía individual (estatura, lateralidad, robustez, patologías, marcas de estrés ocupacional)**
   Los rasgos morfológicos, utilizados en ciertas combinaciones, pueden contribuir al diagnóstico. La exactitud del diagnóstico depende del número de criterios y del valor diferenciador de estos últimos (ver tomo V).

La tabla 25 resume las características importantes para la identificación con base en piezas dentarias, y la figura 34 da un ejemplo de un esquema para la observación del estado dental.

Tabla 25 Características para la identificación odontológica

tratamiento	patología	particularidad congénita	rasgos habituales	rasgos profesionales
extracción	caries	dislocación de dientes	bruxismo	erosión
relleno	cambios periapicales	dislocación del aparato masticativo	abrasión excesiva	defectos en dientes particulares
puentes, prótesis	fracturas	errores estructurales del material dental		
implantación	tumores			

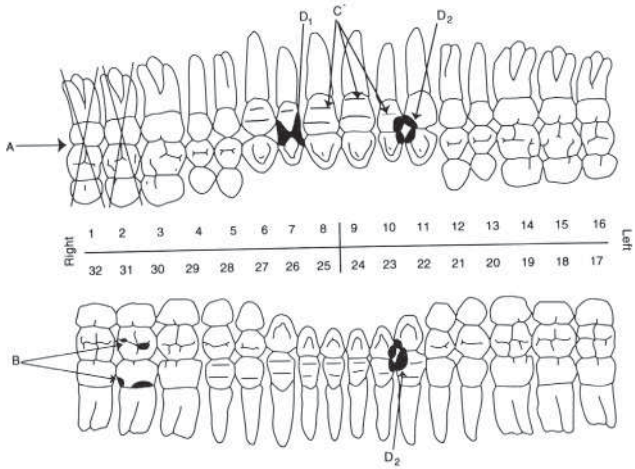


Fig. 34 Ejemplo de un esquema para la dentición permanente (por Buikstra & Ubelaker 1994)

Identificación con base en rasgos morfológicos

Complejo dental mongoloide (según Hillson 2002, Rodríguez Cuenca 2003, 2004, ver capítulo 1.2.3.)

Incisivos superiores en forma de pala

Este rasgo es de una gran penetrancia genética porque parece ser dominante. Su distribución manifiesta una gran diferencia entre las poblaciones europeas y asiáticas mongoloides, porque existe un gradiente bastante claro entre ambos grupos desde el punto de vista dental. Su incidencia es alta en el oriente y muy baja en el occidente de Eurasia. Las frecuencias más altas la observan los mongoloides, particularmente indígenas americanos con casi 100%, y las más bajas en el este de Europa. En africanos la frecuencia no supera el 20%.

Tubérculo sexto (sexta cúspide)

Al agrupar todas las gradaciones del desarrollo de este rasgo, se puede colegir que la presencia del tubérculo sexto en el primer molar inferior es común entre las poblaciones de filiación mongoloide, siendo relativamente rara en caucasoides y negroides. Conjuntamente con la forma de pala de los incisivos, este rasgo puede considerarse como un criterio *oriental*, porque su incidencia en grupos mongoloides alcanza el 55%, mientras que en caucasoides suele estar por debajo de 10%, y en negroides por debajo del 20%.

Cresta distal del trigónido

Esta cresta presenta una alta incidencia cercana al 40% en algunas poblaciones mongoloides de Asia Oriental y Suroriental, siendo muy baja en caucasoides y en algunas poblaciones de filiación mongoloide, en particular en Siberia y América.

Pliegue acodado del metacónido en el primer molar inferior

Es también un rasgo o*riental* con alta frecuencia en muchas poblaciones mongoloides. Se observa no sólo en mongoloides, sino también en algunas poblaciones europeas, que tienen componente ancestral uraliano. La más alta incidencia la evidencian los indígenas suramericanos con un 75%, y la más baja los búlgaros con 3%. En africanos no supera el 25%.

Protostílido en el primer molar inferior

Parece ser un rasgo *americanoide* por su frecuencia alta en estas poblaciones, alcanzando un 42% en indígenas norteamericanos y un 30% en suramericanos. Su presencia es rara en cuacasoides y negroides, pero en algunas poblaciones mongoloides y del sureste asiático puede alcanzar el 12%. Cuando se analiza material forense americano, puede constituirse en excelente marcador génetico para diferenciar a los grupos indígenas de los mestizos.

Forma del primer surco del paracono – rasgo odontoglífico

El primer surco del paracono muestra varíaciones de forma, entre las que se destaca la forma “3”, que observa una sinuosidad característica, que recuerda la mitad de

una lira. Este tipo puede considerarse *oriental* por hallarse en un porcentaje alto en los grupos de filiación mongoloide, hasta en un 80% en Siberia y Mongolia; y es raro entre poblaciones caucasoides, con no más de un 20%. En africanos parece tener valores medios. La mayoría de estos caracteres se denominan *orientales* a diferencia de *complejo dental mongoloide* propuesto por el antropólogo japonés Hanihara. Los rasgos descritos arriba se encuentran no sólo en poblaciones de origen mongoloide, sino también en australoides y vedoides, por ejemplo en algunas comunidades aborígenes de la India.

Actualmente se conocen otros rasgos, que pertenecen al mismo *complejo oriental* o *mongoloide*, en particular la rotación de los incisivos, el apiñamiento de los incisivos laterales, la extensión interradicular en los molares, el abultamiento de la cresta media de la cúspide vestibular del premolar superior, la cresta adicional lingual del canino inferior y otros rasgos odontoglíficos, que ameritan ser estudiados más detalladamente.

Complejo dental occidental (según Hillson 2002, Rodríguez Cuenca 2003, 2004)
Dentro del complejo occidental y en caucasoides, se tiene una serie de rasgos que, aunque varían dispersamente, señalan a grandes rasgos una filiación a este complejo.

Tubérculo de Carabelli
Muestra las frecuencias más altas en Europa central y del norte, superando el 30%, disminuyendo en dirección sur y este. En el ámbito mundial, la frecuencia más alta se localiza en Yemen (60%), y la más baja en mongoloides. En africanos varía ampliamente, hasta el 50%. Los indígenas suramericanos presentan una frecuencia de 15%.

Forma tetracúspide del segúndo molar inferior
Predomina en Europa y en todas las poblaciones caucasoides, incluída la India, con muy baja incidencia en mongoloides. En africanos oscila entre 30% (bosquimanos) y 80% (África Oriental).

Posición del segúndo surco del metacónido en el primer molar inferior
Constituye un rasgo odontoglífico occidental. Existen tres varíantes en la posición de este surco, de las cuales nos interesa la varíante que observa frecuencias bastante altas en el norte de Europa, hasta un 60%, disminuyendo su frecuencia en dirección sur y este, como en el caso del tubérculo de Carabelli. El valor más alto se observa en húngaros (53 %) y él más bajo en mongoles (4%). En africanos es baja hasta un 17%. Según datos recolectados por Zoubov en la costa peruana, los indígenas suramericanos presentan una frecuencia de 18%.

Sobre los africanos se tiene poca información acerca de la distribución de los caracteres dentales. Por lo poco que se sabe en las poblaciones negroides, la distribución de la mayoría de criterios dentales, según Zoubov y Jaldeeva, muestran una clara semejanza con los caucasoides, formando con estos últimos el complejo occidental.

La diferencia entre ellos se reduce a una baja frecuencia de la cúspide de Carabelli y de la forma odontoglífica del segúndo surco del metacónido en los africanos. Otro rasgos con carácter más o menos africanos son el tubérculo accesorio medial interno (tami) que se ubica entre el metacónido y el entocónido de los molares inferiores y el reborde mesial del canino superior, descrito en capítulo 1.2.3.

En lo concerniente a América hay que señalar que los expertos enfocan sus estudios sobre todo en el complejo dental indígena. Los datos sobre la morfología dental en esta región del mundo son insuficientes y a veces no permiten comparación con los materiales europeos y asiáticos recolectados por japoneses y rusos, a causa de las diferencias entre los programás y métodos de determinación de los caracteres. Se puede afirmar, que el complejo americanoide es semejante al mongoloide, presentando un alto porcentaje de incisivos en pala, tubérculo sexto y pliegue acodado, paralelamente con una baja incidencia del tubérculo de Carabelli, segúndo molar inferior tetracúspide y la varíante occidental de la posición del segúndo surco del metacónido. En rasgos comunes, este complejo recuerda las características de algunas poblaciones del Lejano Oriente asiático. Un rasgo específico americanoide parece ser el protostílido, que se observa con baja frecuencia en Europa y Asia, incluyendo poblaciones siberianas. Según dato de Turner, su frecuencia alcanza un 30% en indígenas suramericanos y un 42% en Norteamericanos, siendo esta última la más alta observada.

Sin embargo, las piezas dentarias contienen además la información genética a través del ADN, que se puede analizar detalladamente en laboratorios específicos con fines de identificación; siempre y cuando si exististe material comparativa de familiares. Para el análisis se requiere dientes sin tratamiento odontológico y que no presentan caries profunda para no afectar la pulpa dentaria.

Bibliografía

Alt KW (1997a) Odontologische Verwandtschaftsanalyse. G. Fischer, Stuttgart, New York

Alt KW (1997b) “Dental fingerprinting” – Zähne und Rechtsmedizin. Quintessenz 48/10: 1411-1424

Alt KW, Loring Brace C & JC Türp (1998) History of dental anthropology. En KW Alt, M Teschler-Nicola & FW Rösing (eds) Dental anthropology. Fundamentals, limits and prospects. Springer Verlag, Berlin, 15-39

Alt KW & S Pichler (1998) Artificial modifications of human teeth. En KW Alt, M Teschler-Nicola & FW Rösing (eds) Dental anthropology. Fundamentals, limits and prospects. Springer Verlag, Berlin, 386-415

Alt KW, Teschler-Nicola, M & FW Rösing (eds 1998) Dental anthropology. Fundamentals, limits and prospects. Springer Verlag, Berlin

Alt KW & JC Türp (1998a) Roll call: Thirty-two white horses on a red field. The advantages of the FDI two-digit system of designating teeth. En KW Alt, M Teschler-Nicola & FW Rösing (eds) Dental anthropology. Fundamentals, limits and prospects. Springer Verlag, Berlin, 41-55

Alt KW & JC Türp (1998b) Hereditary of dental anomalies. En KW Alt, M Teschler-Nicola & FW Rösing (eds) Dental anthropology. Fundamentals, limits and prospects. Springer Verlag, Berlin, 95-128

Alt KW & M Walz (1997a) Zur odontologichen Identifizierung unbekannter Toter. Polizeiliche Suchanzeigen in zahnaeztlichen Printmedien. Kriminalistik 10: 669-672

Alt KW & M Walz (1997b) Zur Valenz polizeilicher Suchanzeigen in zahnärztlichen Printmedien. Rechtsmedizin 8: 17-21

Alt KW & M Walz (1999) Dental print media and their value in forensic odontology. The Journal of Forensic Odonto-Stomatology 17: 5-9

Aufderheide AC & C Rodríguez-Mann (1998 eds) The Cambridge encyclopedia of human paleopathology. Cambridge University Press

Barrios Mazariegos C L (1993) Características de la dentición permanente de los habitantes de los municipios de San Pedro Sacatepéquez, San Juan Sacatepéquez, San Raymundo, del departamento de Guatemala. Tesis, Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala

Barrios Mazariegos VI (1999) Características morfológicas de la dentición primaria del Guatemalteco. Tesis, Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala

Bass WM (1995) Human osteology: A laboratory and field manual of the human skeleton. Columbia, Missouri: Missouri Arch. Society, Special Public. No.2.

Black TK (1978) Sexual dimorphism in the tooth-crown diameters of the decidous teeth. American Journal of Physical Anthropology 47: 77-82

Brothwell DR (1987) Digging up bones. The excavation, treatment and study of human skeletal remains. Cornell University Press, Ithaca, New York; 3rd edición

Buikstra JE & DH Ubelaker (eds 1994) Standards for data collection from human skeletal remains. Proceedings of a seminar at the Field Museum of Natural History. Organized by J. Haas. Arkansas Archaeological Survey Research Series No. 44

Butler PM (1937) Studies of the mammalian dentition I. The teeth of Centetes ecandatus and its allies. Proceedings of the Zoological Society of London 107: 103

Butler PM (1939) Studies of the mammalian dentition. Differentiation of the post-cranial dentition. Proceedings of the Zoological Society of London 109: 1-36

Butler PM (1961) Relationships between upper and lower molar patterns. International Colloquium on the evolution of mammals. Part I. Kon. Vlaamse Academie Wetensch Lett. Sch. Kunsten Belgie, Brussels, 117-126

Butler PM (1963) Tooth morphology and primate evolution. In DR Brothwell (ed) Dental anthropology. MacMillan, New York, 1-13

Byers (2001) Introduction in forensic anthropology. A textbook. Allyn and Bacon, Boston, Sydney, Tokyo

Casasola Mazariegos RD (1990) Varíantes de diente en pala y su relación con caries dental y grupo etno-cultural. Tesis, Facultad de Odontología de la Univesidad de San Carlos de Guatemala

Caselitz P (1998) Caries – ancient plague of humankind. En KW Alt, M Teschler-Nicola & FW Rösing (eds) Dental anthropology. Fundamentals, limits and prospects. Springer Verlag, Berlin, 203-226

Clarke NG (1990) Periodontal defects of pulpal origin: evidence in early man. American Journal of Physical Anthropology 82: 371-376

Clarke NG, Carey SE, Srikandi W, Hirsch RS & PI Leppard (1986) Periodontal disease in ancient populations. American Journal of Physical Anthropology 71:173-183

Clarke NG & Hirsch RS (1991) Physiological, pulpal, and periodontal factors influencing alveolar bone. En MA Kelley & CS Larsen (eds) Advances in dental anthropology. Wiley-Liss, New York, pp. 241-266

Dahlberg AA (1945) The changing dentition of man. Journal of the American Dental Association 32: 676-690

Dahlberg AA (1949) The dentition of the American Indian. En WS Laughlin (ed) The physical anthropology of the American Indian. Viking Foundation, New York, 138-176

Dahlberg AA (1950) The evolutionary significance of the protostylid. American Journal of Physical Anthropology 8: 15-27

Dahlberg AA (1963) Dental traits as identification tools. Dental Progress 3: 155-160

De Vito C & SP Saunders (1990) A discriminant function analysis of decidous teeth to determine sex. Journal of Forensic Sciences 35: 845-858

Diamond M (1992) Anatomía dental. Con la anatomía de la cabeza y del cuello. UTEHA, Grupo Norgega Editores, México

Ditch LE & JC Rose (1972) A multivaríate dental sexing technique. American Journal of Physical Anthropology 37: 61-64

Duray SM (1996) Dental indicators of stress and reduced age at death in prehistoric native Americans, American Journal of Physical Anthropology 99: 275-286

Frauendorf E, Kemkes-Grottenthaler A & U Krenzer (1998) „Großmutter, warum hast Du so große Zähne?“ Parodontopathien als epidemiologische Fragestellung. Homo 49 Supplement, 32

Frauendorf E, Kemkes-Grottenthaler A & U Krenzer (2000) „Großmutter, warum hast Du so große Zähne?“ Parodontopathien als epidemiologische Fragestellung. In M Schultz, K Christiansen, H Greil, W Henke, A Kemkes-Grottenthaler, C Niemitz, H Rothe, W Schievenhövel, HD Schmidt, I Schröder, H Schutkowski, M Teschler-Nicola und U Wittwer-Backofen (Hg) Schnittstelle Mensch - Umwelt in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft. Proceedings. 3. Kongress der GfA. Cuvillier Verlag, Göttingen, 256-258

Freeth C (2000) Dental health in British antiquity. En M Cox & S Mays (eds) Human Osteology in archeological and forensic science. Greenwich Medical Media Ltd. London, 227-239

Garn SM, Lewis AB & RS Kerewsky (1964) Sex differences in tooth size. Journal of dental research 43: 306

Garn SM, Lewis AB, Swindler DR & RS Kerewsky (1967) Genetic control of sexual dimorphism in tooth size. Journal of dental research 46 supplement: 963-972

Gustafson G & G Koch (1974) Age estimation up to 16 years of age based on dental development. Odontologisj Revy 25: 297-306

Gugliardo MF (1982) Tooth crown size differences between age groups: A possible new indicator of stress in skeletal samples. American Journal of Physical Anthropology 58: 383 – 389

Gunst K, Mesotten K, Carbonez A & G Willems (2003) Third molar development in relation to chronological age: A large sample sized retrospective study. Forensic Science International 136: 52- 57

Havill LM, Warren DM, Jacobi KP, Gettelman KD, Collins Cook & A Pyburn (1997) Late postclassic tooth filling at Chau Hiix and Tipu, Belize. En SL Whittington & DM Reed (eds) Bones of the maya. Studies of ancient skeletons. Smithsonian Institution Press, Washington, London, 89-104

Herrmann B, Grupe G, Hummel S, Piepenbrink H & H Schutkowski (1990) Prähistorische Anthropologie. Leitfaden der Feld- und Labormethoden. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York

Hildebolt CF & S Molnar (1991) Measurement and description of periodontal disease in anthropological studies. En MA Kelley & CS Larsen (Hg) Advances in dental anthropology. Wiley-Liss, New York, pp. 225-240

Hillson S (2000) Dental pathology. En MA Katzenberg & SR Saunders (eds) Biological anthropology of the human skeleton. Wiley-Liss, New York, Chichester, 249-286

Hillson S (2002) Dental anthropology. Cambridge University Press, Cambridge

Kelley MA & CP Larsen (1991 eds) Advances in dental anthropology. Wiley-Liss, New York, Singapore

Langsjoen O (1998) Diseases of the dentition. En AC Aufderheide & C Rodríguez-Mann (eds) The Cambridge encyclopedia of human paleopathology. Cambridge University Press, 393-412

López Hernández RCR (1994) Estado de la odontología forense y responsabilidad legal del odontologo en Guatemala. Tesis. Universidad Mariano Galvez de Guatemala.

López Olivares N (1997) Cultural odontology: Dental alterations from Petén, Guatemala. En SL Whittington & DM Reed (eds) Bones of the maya. Studies of ancient skeletons. Smithsonian Institution Press, Washington, London, 105-115

Lukacs JR (1989) Dental paleopathology: methods for reconstruction dietary patterns. En MY Iscan & K Kennedy (eds) Reconstruction of life from the skeleton. Alan R Liss, Inc., New York, 261-286

Mayhall JT (1992) Techniques for the study of dental morphology. En S Saunders & MA Katzenberg (eds) Skeletal biology of past peoples: Research methods. Wiley-Liss, New York, 59-78

Mayhall JT (2000) Dental morphology: Techniques and strategies. En MA Katzenberg & SR Saunders (eds) Biological anthropology of the human skeleton. Wiley-Liss, New York, Chichester, 103-134

Mays S (1998) The archaeology of human bones. Routledge, London, New York

Merte K (1992) Parodontologie für die Praxis. Barth, Leipzig

Milner GR & CS Larsen (1991) Teeth as artifacts of human bahaviour: intentional mutilations and accidental modification. En MA Kelley MA & CP Larsen (eds) Advances in dental anthropology. Wiley-Liss, New York, Singapore, 377-378

Molnar S (1971) Human tooth wear, tooth function and cultural varíability. Amer. J. Physical Anthropology 34(2): 175-89.

Morris DH, Glasstone Hughes S & AA Dahlberg (1978) Uto-Atztecan premolar: the anthropology of a dental trait. En PM Butler & KA Joysey (eds) Development, function and evolution of teeth. Academic Press, London, 59-67

Muller D & Perizonius WKR (1980) The scoring of defects of the alveolar process in human crania. Journal of Human Evolution 9: 113-116

Murphy T (1959) The changing pattern of dentine exposure in human tooth attrition. American Journal of Physical Anthropology 17(1):167-178.

Murphy T (1959) Gradients of dentine exposure in human molar tooth attrition. American Journal of Physical Anthropology 17(1): 179-186

Ortner DJ (2003) Identification of pathological conditions in human skeletal remains. 2nd edición. Academic Press, Amsterdam, New York, Tokyo

Owsley DW & RS Webb (1983) Misclassification probability in dental discrimination functions for sex determination. Journal of Forensic Sciences 8: 181-185

Perzigian AJ & PN Jolly (1984) Skeletal and dental identification of an adolescent female. En TA Rathburn & JE Buikstra (eds) Human identification. Case studies in forensic anthropology. CC Thomás Publishers, Springfield, Illinois, 244-255

Remane A (1930) Zur Meßtechnik der Primatenzähne. En E Abderhausen (ed) Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden. Tomo 7. Urban & Schwarzenberg, Berlin, 609-635

Rieger S (1993) Untersuchungen zur Geschlechtsbestimmung der Individuen einer merovingerzeitlichen Skelettserie aus Baden-Württemberg anhand der Zahnmásse. Dissertation, Freiburg

Roberts C & K Manchester (1999) The archaeology of disease. 2nd edición. Cornell University Press, Ithaca, New York

Rodríguez Cuenca JV (2003) Dientes y diversidad humana. Avances de la antropología dental. Editora Guadalupe Ltda., Colombia

Rodríguez Cuenca JV (2004) La antropología forense en la identificación humana. Universidad Nacional de Colombia. Bogota

Romero J (1958) Mutilaciones dentarias prehispánicas de México y América en general. Investigaciones 3, Instituto Nacional de Antropología e Historia, México

Romero J (1970) Dental mutilation, trephination, and cranial deformation. En TD Stewart (ed) Physical Anthropology. Handbook Med. Am. Indians 9, 50-67

Rubín de la Borbola DF (1949) Types of tooth mutilation found in Mexico. American Journal of Physical Anthropology 26: 349-365

Schnutenhaus S & FW Rösing (1998) World varíation of tooth size. En KW Alt, M Teschler-Nicola & FW Rösing (eds) Dental anthropology. Fundamentals, limits and prospects. Springer Verlag, Berlin, 521-535

Schultz M, Carli-Thiele P, Schmidt-Schultz TH, Kierdorf U, Teegen W-R & K Kreutz (1998) Enamel hypoplasias in archaeological skeletal remains. En KW Alt, M Teschler-Nicola & FW Rösing (eds) Dental anthropology. Fundamentals, limits and prospects. Springer Verlag, Berlin, 293-311

Schwartz JH (1995) Skeleton keys. An introduction to human skeletal morphology, development, and analysis. Oxford University Press, New York

Scott GR & CG Turner II (2000) The anthropology of modern human teeth. Dental morphology and its varíation in recent human populations. Cambridge University Press, Cambridge

Steele DG & CA Bramblett (2000) The anatomy and biology of the human skeleton. Texas A&M University Press

Strohm TFS & KW Alt (1998) Periodontal disease – etiology, classification an diagnosis. En KW Alt, M Teschler-Nicola & FW Rösing (eds) Dental anthropology. Fundamentals, limits and prospects. Springer Verlag, Berlin, 227-246

Taylor RMS (1978) Varíation in morphology of teeth: anthropologic and forensic aspects. CC Thomás Publisher, Springfield Illionois

Teschler-Nicola M & H Prossinger (1998) Sex determination using tooth dimensions. En Alt KW, Teschler-Nicola, M & FW Rösing (eds) Dental anthropology. Springer Verlag, Berlin, 479 – 500

Turner II C, Nichol CR & GR Scott (1991) Scoring procedures for key morphological traits of the permanent dentition : The Arizona State University Dental Anthropology System. En MA Kelley & CS Larsen (eds) Advances in dental anthropology. Wiley-Liss, New York, 13-31

Ubelaker DH (1999) Human skeltal remains. Excavation, analysis, interpretation. 3rd edition. Manuals on Archeology 2, Taraxacum, Washington

Wang SU, Leknes KN, Zimmerman GJ, Sigurdsson TJ, Wikesjo UME & KA , Selvig (1995) Intra- and inter-examiner reproducibility in constant force probing. Journal of Clinical Periodontolology 22(12):918-922.

White TD (2000) Human osteology. 2nd ed. Academic Press, San Diego, New York, Tokyo

COMPENDIO DE MÉTODOS ANTROPOLÓGICO FORENSES

Tomo I	Osteometría
Tomo II	Métodos para la determinación del sexo
Tomo III	Estimación de la edad osteológica en adultos
Tomo IV	Estimación de la edad osteológica en subadultos
Tomo V	Características individualizantes
Tomo VI	Antropología dental
Tomo VII	Cambios posmortem
Tomo VIII	Traumas y paleopatología

ISBN 99922-859-6-6
9 789992 285961

ded
Deutscher
Entwicklungsdienst

Visite nuestro sitio en internet
http://www.cafcaguatemala.org

eed
Servicio de las Iglesias Evangélicas en Alemania para Desarrollo

COMPENDIO DE MÉTODOS ANTROPOLÓGICO FORENSES

PARA LA RECONSTRUCCIÓN DEL PERFIL OSTEO-BIOLÓGICO

Udo Krenzer

Tomo VII

CAMBIOS POSMORTEM

CAFCA
CENTRO DE ANALISIS FORENSE Y CIENCIAS APLICADAS

7
Serie de Antropología Forense

Compendio de métodos antropológico forenses para la reconstrucción del perfil osteo-biológico

Udo Krenzer

Tomo VII
Cambios posmortem

Guatemala
2006

Elaborado por: Udo Krenzer
Centro de Análisis Forense y Ciencias Aplicadas
CAFCA
2 calle 6-77, zona 1
Ciudad, Guatemala
Teléfono: (502) 2253-2080
http://www.cafcaguatemala.org

Financiado por: DED y EED

Diseño de portada: Rafael Molina

Diagramación interiores: CIBER NEGOCIOS Guatemala
Teléfonos: (502) 2450-4889 (502) 2256-1276
E-mail: ventas@cibernegociosguatemala.com

Primera edición 2006
Serie de Antropología Forense
Tomo 7

ISBN: 99922-859-7-4

Compendio de métodos antropológico forenses para la reconstrucción del perfil osteo-biológico

Tomo VII

Cambios posmortem

Contenido

1.	Cambios posmortem	1
1.1.	Introducción a la tafonomía	1
1.2.	Descomposición y esqueletización	3
1.3.	Agentes ambientales	7
1.4.	Depredación animal	12
1.5.	Métodos adicionales	13
2.	Análisis de huesos quemados	16
2.1.	Introducción a la cremación	16
2.2.	Proceso de la cremación	17
2.3.	Métodos de la identificación en huesos quemados	21
2.4.	Ficha para el análisis de restos quemados	25
	Bibliografía	26

1. Cambios posmortem

1.1. Introducción a la tafonomía

El intervalo posmortem se entiende como el tiempo transcurrido desde el momento de la muerte. Este representa un aspecto interesante e importante en la investigación antropológico forense, y los investigadores medicolegales utilizan una variedad de métodos para establecer este tiempo. Durante las primeras horas después de la muerte se observan:

- Livor mortis (livideces - sedimentación de la sangre en el cuerpo)
- Algor mortis (refrigeración de la temperatura corporal después de la muerte)
- Rigor mortis (rigidez cadavérica)
- Humor vítreo (cambios en los líquidos de los ojos)

Después de 24 horas, estas observaciones por la descomposición del tejido blando no son adecuadas ni útiles. Este es el punto de partida para las técnicas, que son utilizadas por antropólogos forenses y otros especialistas, como los entomólogos forenses. Tabla 1 presenta algunos cambios posmortem y sus modificadores.

Después de la muerte, gran cantidad de organismos y agentes inician a descomponer el cuerpo, causando pérdida de la piel, músculos y órganos internos. Entre los organismos se encuentran algunos animales grandes que comen los tejidos, y también bacterias que causan putrefacción y destrucción de los órganos internos. De igual manera, el crecimiento de plantas encima, debajo y entre los segmentos del cuerpo. Además existen factores físicos (por ejemplo clima) que rompen, entierran o transportan los restos con la consecuencia de dañarlos. En algunas ocasiones se puede determinar el radio, en cual trabajan estos agentes y con ello establecer el tiempo desde la muerte.

La rama científica, que analiza los cambios de los organismos biológicos entre el tiempo transcurrido desde la muerte y el tiempo del descubrimiento, es la tafonomía. Para determinar el intervalo posmortem se utiliza información adicional de la entomología (estudio de insectos), que da insumos específicos sobre los círculos vitales y sucesiones de insectos en cadáveres, así como la botánica, que analiza el crecimiento de la flora. La tafonomía forense investiga concretamente las fases de la descomposición del cuerpo humano hasta el estado de esqueletización completa en el contexto médico-legal. Adicionalmente se estudia el escenario en el cual los animales comen, desarticulan y modifican los restos. El intervalo posmortem se estima por el conocimiento del tiempo que pasa durante las etapas del deterioro en climas particulares con accesibilidad limitada para animales. Otros especialistas involucrados en la tafonomía forense analizan el deterioro de distintos materiales (ropa, papel), la química del suelo alrededor de los restos o la degeneración del ADN. Tabla 2 resume los fenómenos de la descomposición.

Tabla 1 Cambios posmortem (según Clark et al. 1997)

tiempo	cambios	modificadores	categoría	fase
0 minuto	termina la circulación y respiración palidez lividez inicial relajación muscular relajación de esfínter	temperatura humedad aire libre locación adentro sumergido en agua	ver tabla cambios iniciales	
2 horas	cambios vasculares en ojos inicio de rigidez cadavérica lividez fuerte		cambios tardíos	
4-5 horas	coagulación de sangre			
1 día	fijación de la lividez córnea se seca		putrefacción cambio de tejidos	I II
2 días	re-licuefacción de la sangre finaliza rigidez cadavérica hemólisis intravascular			III
3 días	pérdida de pelo y uñas			
4 días	caída de la piel y formación de llagas crecimiento excesivode bacterias	actividad de insectos actividad de animales	inflado	IV V
meses	mancha verde hinchazón liberación de gases licuefacción de órganos internos pérdida gradual del tejido blando esqueletización parcial esqueletización completa	momificación formación adipocira	destrucción esqueleto	VI VII VIII IX X

Tabla 2 Relación entre tafonomía y la determinación tradicional del intervalo posmortem (según Sledzik 1998)

intervalo	fenómeno	metodología
minutos – horas	cambios enzimáticos; respiración celular	bioquímica, biología celular
horas – un día	rigidez cadavérica	patología forense
un día – una semana	descomposición posmortem	patología forense, ecología
semanas – meses	desarticulación/ esqueletización	antropología, arqueología
meses – años	derrame/ entierro/ destrucción de suelos arcillosos	arqueología, paleoecología
años – decenios	fosilización/ diagénesis / oligoelementos	arqueología, paleontología, mineralogía

1.2. Descomposición y esqueletización

Cuando mueren sistemas vivos, una cantidad de organismos y otras fuerzas naturales destruyen el tejido orgánico, lo cual resulta en la pérdida parcial o completa de los componentes. Entre ellos, las fuerzas más poderosas son:

- Autólisis, la degeneración del tejido por líquidos digestivos, causando la destrucción de los órganos internos
- Putrefacción, la proliferación y destrucción por microorganismos como bacterias

Tanto los líquidos digestivos como los microorganismos existen dentro del cuerpo humano y son controlados por sus funciones. En el cuerpo muerto, los líquidos destruyen el material biológico y las bacterias se reproducen sin control, comen músculos, órganos internos y otros tejidos. Un efecto secundario de su acción es la liberación de gases (amoníaco, nitrógeno, bióxido de carbono, metano), que hinchan las cavidades corporales. Atraídos por la liberación de dichos gases, algunos insectos, especialmente moscas, empiezan a alimentarse de los tejidos alrededor los ojos, orejas, nariz, boca, pene, vagina y ano. Luego depositan sus huevos dentro y alrededor de los restos humanos muertos y así inicia el círculo de la actividad de artrópodos, que va desde la deposición de huevos por la descendencia, que se alimenta por carroña hasta la generación nueva de adultos, que depositan de nuevo sus huevos. Durante este círculo otros insectos son atraídos al cuerpo, donde se alimentan no solo por los tejidos humanos, sino también por los huevos y larvas de dichos insectos.

Junto con los microorganismos y artrópodos, muchos animales grandes son atraídos al cadáver. Cuando se da el caso, los carnívoros, en su mayoría perros y coyotes, comen los tejidos blandos de la cavidad corporal, brazos, piernas y el cuello; desarticulan el esqueleto y rompen los huesos, pisoteándolos. Finalmente los carnívoros, junto con roedores, roen los huesos causando pérdida de elementos óseos.

La mayoría de los daños causados en los restos humanos son efectuados por animales, pero también las plantas asisten en este proceso, creciendo dentro y alrededor de los restos. Raíces separan los elementos esqueletales, causando la desarticulación. El cráneo por ejemplo, es afectado por el crecimiento de plantas debido a sus varios orificios. Además, mohos crecen en la piel y otros tejidos, donde destruyen la estructura celular. A veces la actividad botánica se intensifica por el proceso de autólisis. Las sustancias liberadas funcionan como un fertilizante, provocando un crecimiento rápido y agresivo.

Otras fuerzas que participan en la destrucción de los restos orgánicos son agentes non biológicos, como el ácido del suelo, fuerzas climáticas y otras factores físicos. Los ácidos del suelo, que contienen las aguas freáticas, pueden aportar al deterioro del tejido blando y de los restos óseos. A la inversa, la misma agua freática puede lixiviar[1] por el cuerpo, causando la mineralización de los huesos. Los efectos del fuego al hueso

[1] Lixiviación es el proceso por el cual los minerales son transportados mecánicamente hacia abajo por efecto del agua (lavados).

son similares y fortalecen el proceso de la descomposición (ver capítulo 2.) Cuando se pierden los tejidos blandos, el sol y el aire erosionan las superficies corticales, además los huesos pueden ser afectados o rotos por la sedimentación y por piedras. Finalmente, el agua puede afectar la descomposición durante la transportación en ríos o mares, y por la formación de adipocira, que es la hidratación de la grasa corporal.

Cuando se refiere a la velocidad de la descomposición, los factores más importantes son temperatura, humedad y accesibilidad al cadáver. La temperatura influye de forma significativa la actividad de animales y plantas. Los restos depositados en climas calientes muestran mayor actividad de insectos, y por ello una tasa de descomposición más rápida que en climas fríos. Como regla general se puede establecer, que el deterioro del tejido blando es más rápido, cuando se acerca al ecuador, en comparación con áreas más cerca a los polos. La descomposición de cadáveres es simplemente más rápida bajo efectos del sol que en la sombra o temperaturas bajas. Finalmente, la fluctuación de la temperatura influye también en la descomposición por la ausencia de insectos. El ciclo de refrigeración y calefacción acelera el proceso de descomposición, pues se rompen los tejidos conectivos.

La humedad juega también un rol importante. Generalmente, la descomposición es más rápida en áreas húmedas que en áreas secas. Los tejidos se secan lentamente en un medio ambiente con alta humedad y así se permite la alta actividad de insectos y otros organismos. Al contrario, los climas secos causan la aceleración de la deshidratación de la piel y los órganos internos, lo cual resulta a veces en la momificación natural, la cual funciona como barrera para las criaturas afectantes. La accesibilidad de los restos es el último factor a presentar; en virtud de que los animales como moscas, escarabajos, ratas, perros, coyotes y osos son los agentes más importantes en el proceso de descomposición. Todas las circunstancias que permitan el acceso a estas criaturas aceleran el proceso de la descomposición. En este contexto se analizan traumas y deposición como criterios. Los traumas con orificios o aperturas en la piel permiten el ingreso al tejido interno a los insectos. Así, las heridas abiertas son las áreas preferidas de acceso. En el contexto de la localización del cuerpo se observa que los cadáveres decaen más rápido en escenarios al aire que en estructuras cerradas, entre otros por la accesibilidad para animales. Los cadáveres depositados en el suelo decaen más rápido que en el agua, otra vez por el factor de accesibilidad. La profundidad de los entierros también afecta al proceso de manera correlativa. Los restos cerca de la superficie son más accesibles para los agentes, y por eso el deterioro es más rápido que en restos enterrados a más profundidad.

Sin saber la causa, la lluvia casi no afecta la velocidad del proceso de la descomposición; tampoco el tamaño o el peso del cuerpo influye esta velocidad, porque las grasas corporales se licuan rápidamente después de la muerte, sin tomar en cuenta la cantidad. Además, la velocidad de la descomposición de restos de infantes o niños es comparable con la de los adultos.

El proceso de descomposición inicia con el cuerpo humano fresco y sigue por diferentes etapas hasta la esqueletización completa (ver tabla 3).

Tabla 3 Categorías y estados de la descomposición (según Galloway 1997)

etapa	descripción
fresco	apariencia fresca; no decoloración de la piel; no actividad de insectos
descomposición inicial	apariencia rosa-blanco con caída de piel y cabello; decoloración café particularmente en los dedos, nariz y orejas; carne relativamente fresca, cuerpo hinchado con decoloración verde; cuerpo deshinchado con decoloración verde – oscuro; decoloración café hasta negro en los brazos y piernas; piel parece como cuero
descomposición avanzada	carne desprendida; cavidad abdominal se cava, pérdida de órganos internos; actividad extensa de gusanos; descomposición húmeda donde hay huesos expuestos; momificación con retención de las estructuras internas; momificación del tejido exterior solamente con pérdida de los órganos internos por autólisis o actividad de insectos; momificación con huesos expuestos o menos que la mitad del esqueleto; presencia de adipocira
esqueletización	huesos grasientos con tejido descompuesto; líquidos del cuerpo presentes; huesos con tejido desecado o momificado cubre menos que la mitad del esqueleto; huesos casi secos con poca grasa; hueso seco
descomposición extrema	esqueletización con blanqueo; esqueletización con exfoliación; esqueletización con pérdida metafisial y hueso esponjosoexpuesto en vértebras y huesos largos

Lamentablemente, la cantidad de artículos que tratan las velocidades de este proceso y utilizan referencias comparables es baja. Los estudios sobre la descomposición física se enfocan en los cambios posmortem como la hinchazón de las cavidades corporales, y el tiempo hasta que ocurren los fenómenos. Aunque los procesos son contínuos, se establecen etapas caracterizadas por alteraciones identificables visualmente. Se calibran las etapas por observaciones o experimentos con cadáveres. Desafortunadamente existen varios factores, que influyen la tasa de la pérdida de tejidos como - ya mencionada - el clima. Así, no se pueden establecer reglas concretas para la descomposición en diferentes ambientes o regiones geográficas. Como segundo elemento, que dificulta la variación de la velocidad entre las etapas está la estimación causada por la superposición dentro los rangos. En tercer lugar, en vista de que el proceso es contínuo, diferentes partes del cuerpo presentan diferentes etapas o velocidades de la descomposición, lo que causa confusión en la estimación del tiempo transcurrido desde la muerte. Las tasas existentes resultaron en su mayoría de estudios sobre hallazgos superficiales como en la granja de cuerpos (“body farm”) en Tennessee, EEUU. A partir de ellos no se permite estimar las velocidades del deterioro de los restos enterrados o sumergidos. Finalmente, las descripciones de los cambios resultan de estudios durante las cuatro épocas del año, mezclando los efectos de fluctuación del clima. Considerando todos estos factores,la tarea de la estimación del tiempo transcurrido desde la muerte incluye mucha variabilidad e imprevistos, y por eso constituye una estimación o aproximación profesional por partes de antropólogos forenses.

El método general para determinar el intervalo posmortem en un escenario forense es la categorización de la cantidad de descomposición dentro de las distintas etapas. Se toma en cuenta, que no existen estándares para estas tareas. La tabla 4 recolecta

efectos y agentes según sus valores relacionados al proceso, mientras que la tabla 5 resume las etapas y los cambios posmortem.

Tabla 4 Variables que afectan la descomposición del cuerpo humano (según Sledzik 1998)

variable	efectos en la tasa de descomposición
temperatura	5
insectos	5
entierro y profundidad	5
carnívoros y roedores	4
traumas	4
humedad/ aridez	4
lluvia	3
constitución del cadáver	3
embalsamamiento	3
ropa	2
ubicación en superficie	1
pH del suelo	desconocido

Tabla 5 Escala de etapas de descomposición (según Clark et al. 1997)

categoría	etapa	cambios
putrefacción	I	primer olor de putrefacción, lividez fijada, rigidez decadente tejido pegajoso
	II	abdomen con decoloración verde, hemólisis, livor intenso, no rigidez, primeros desprendimientos de la piel, nariz, labios y dedos se secan
	III	gas del tejido en rayos-X, hemólisis prominente, tejidos blandos y resbaladizos, piel se desprende fácilmente
hinchazón	IV	primera hinchazón del cuerpo, decoloración de la cabeza no decoloración del tronco, apariencia como mármol (jaspeado), gas en el corazón, llagas
	V	hinchazón moderada,decoloración de la cabeza y tronco
	VI	hinchazón máxima
destrucción	VII	liberación de gases,putrefacción del tejido blando destrucción total de la sangre,esqueletización parcial
	VIII	adipocira momificación / esqueletización parcial
esqueleto	IX	esqueletizado con ligamentos
	X	esqueletizado sin tejido blando

1.3. Agentes ambientales

Como se ha mencionado anteriormente, la mayoría de los estudios, que calibran las tasas de la descomposición se refieren a hallazgos superficiales de casos forenses con fechas de muerte conocidas en los EEUU, representando varias condiciones del medio ambiente. La tabla 6 refleja los resultados de los estudios de Lyman y Fox (1997), que analizaron el patrón de la intemperie.

Tabla 6 Patrón de la intemperie (según Lyman & Fox 1997, Ubelaker 1997)

fase	rango desde la muerte (años)	descripción
0	0 - 1	superficie del hueso sin defectos, todavía esta grasiento; cavidades medulares contienen tejido; piel y músculos/ ligamentos cubren partes o la superficie ósea entera
1	0 - 3 o 4	huesos astillados, normalmente paralelo a la estructura fibrosa (p.e. longitudinal en huesos largos); Superficie articular muestra astillas, mosaico de tejido cubierto y en el hueso mismo; grasa, piel y otros tejidos, sean presentes o no
2	2 - 6 o 7	superficie muestra trozos en asociación con grietas hasta que se separa la lamina exterior; restos de ligamentos o piel presentes
3	4 - 15+	superficie caracterizada por piezas ásperas, erosionado homogéneo compacto que resulta en textura fibrosa; erosión no penetra más profundo que 1,0 mm – 1,5 mm; rara conservación del tejido
4	6 - 15+	superficie esta fibrosa áspera en textura; esquirlas en el hueso; erosión penetra hasta las cavidades; grietas abiertas con bordes redondeados o rajados
5	6 - 15+	descomposición del hueso en situ; esquirlas grandes

Clima tibio y húmedo

Según los estudios y la experiencia durante más de 30 años por parte de W. Bass (1997) en la granja de cuerpos (“Anthropology Research Facilities” -ARF- de la Universidad Tennessee), la mayoría de la pérdida del tejido blando es causada por insectos y por aves como cornejas. La tabla 7 contiene un resumen de los cambios en el clima tibio-húmedo.

Los datos contienen dos puntos claves para saber los rangos amplios en las etapas posteriores y cuyo resultado es el refinamiento de intervalos posmortem para cuerpos en descomposición avanzada. Ubelaker (1999) anotó, que los cuerpos alcanzan el estado de esqueletización en clima caliente-húmedo en solamente dos semanas posmortem.

Tabla 7 Ratio de descomposición en clima tibio-húmedo (según Bass 1997)

etapa	cambios en la descomposición
primer día	huevos de insectos presentes, parecen como serrín, venas obser vadas por la piel de apariencia azul o verde; presentes líquidos alrededor de la nariz y boca
primer semana	gusanos activos en la cara; exposición de los huesos alrededor de los ojos y nariz, aparecen escarabajos; pelo y piel se despren den del cuerpo; venas prominentes son azules o verdes; restos emanan olor de descomposición; abdomen se hincha; en la piel aparecen mohos; carnívoros activos; ácidos grasos volátiles dañaron la vegetación alrededor del cuerpo
primer mes	gusanos menos activos; escarabajos más común; no inflación, si el cuerpo estaba resguardado, los huesos se exponen; si el cuerpo no estaba cubierto, la piel expuesta al sol se seca y como cuero por la protección de los gusanos; carnívoros remueven partes del cadáver; tejido blando y huesos con mohos; adipocira presente
primer año	exposición total del esqueleto, huesos blanqueados, musgo y algas verdes crecen en huesos sombreados; roeduras presentes; animales (p.e. ratones, avispas) se encajan en el cráneo
primer decenio	exfoliación del hueso cortical presente, grietas longitudinales ocurren en huesos largos expuestos al sol; raíces de plantas crecen dentro o por huesos; extensa actividad de roedores

Clima caliente y árido

Los análisis de Galloway y colaboradores (1989), efectuados en Arizona, EEUU, produjeron la base para la estimación del tiempo transcurrido desde la muerte en el clima caliente y seco. Basados en 189 casos forenses recogidos durante 20 años, los autores establecieron una escena de cinco etapas según criterios como color del tejido blando, pérdida del tejido blando, exposición de hueso, etc. Con relación a la descripción dada en tabla 8 se determina los intervalos para cada una de las etapas como está presentada en tabla 9.

Tabla 8 Categorías y estadios de la descomposición en Arizona (según Byers 2002)

etapa	descripción
fresco	apariencia fresca; no decoloración de la piel; no actividades de insectos
descomposición inicial	carne relativamente fresca; variación de decoloración de gris a verde, café o negro; poca caída de piel y cabello; cuerpo inflado o hinchado; piel con apariencia de cuero
descomposición avanzada	carne desprendida; cavidad abdominal se cava, pérdida de órganos internos; actividad extensa de gusanos; momificación del tejido exterior; menos de la mitad del esqueleto expuesto; adipocira presente

Cont. tabla 8 Categorías y estados de la descomposición en Arizona (según Byers 2002)

etapa	descripción
esqueletización	descomposición del tejido blando con posible desecación; exposición de la mayoría del esqueleto; unos líquidos del cuerpo presentes; huesos grasientos a secos
descomposición extrema	esqueletización con blanqueo; exfoliación; pérdida metafisial; hueso esponjoso expuesto en vértebras y huesos largos

En las primeras etapas se observa el parecido con el clima tibio y húmedo presentado anteriormente. En adición, los autores encontraron que el proceso hasta el estadio de esqueletización es cinco veces más rápido en verano que en invierno.

Tabla 9 Proceso de la descomposición en clima caliente – árido (Arizona) (según Galloway et al. 1989, por Byers 2002)

etapa	rango	mayoría (66% o más)
fresco	de 1 a 7 días	primer día
descomposición inicial	de 1 día a 4 meses	de 2 a 8 días
descomposición avanzada	de 3 días a 3 años	de 10 semanas a 4 meses
esqueletización	de 7 días a más de 3 años	de 3 meses a más de 3 años
descomposición extrema	de 2 meses a más de 3 años	de 9 meses a más de 3 años

Sledzik (1998) analizó las diferencias de la tasa de la descomposición entre restos superficiales y cadáveres dentro de estructuras cerradas. Los resultados son representados en tabla 10.

Tabla 10 Etapas de la descomposición en el occidente de los EEUU (según Sledzik 1998)

	promedio del tiempo	mínimo / máximo tiempo
aire libre		
fresco	0 - 2 días	0 - 6 días
hinchazón	2 - 5 días	2 - 8 días
pos-hinchazón	5 - 8 días	5 días - 2 meses
momificación parcial	10 días - 1 mes	9 días - 1 mes
desecación	2 - 5 meses	2 meses - 18 meses
esqueletización	5 - 18 meses	2 meses - 2 años
blanqueo / exfoliación	18 meses - 3 años	6 meses - 3 años
estructura cerrada		
fresco	0 - 3 días	0 - 5 días
hinchazón	3 - 8 días	3 - 10 días
pos-hinchazón	8 - 11 días	8 - 11 días
momificación	1 mes - 4 meses	11 días - 4 meses
esqueletización	4 meses - 3 años	14 días - 3 años

Clima frío y árido

Komar (1998) realizó estudios en clima frío y árido, en el occidente de Canadá, refiriéndose a hallazgos al aire libre o áreas acuáticas. La investigadora utilizó cuatro etapas de la descomposición, estudiando 17 casos forenses. Así, ella logró una estimación aproximada con traslape de categorías, sin tomar en cuenta los cambios iniciales. Además, según Komar, el alcance de la esqueletización es posible en solo dos meses (ver tabla 11), pero normalmente se puede partir de la base, que dicho proceso es significativamente más lento en clima frío. Según los estudios de Ubelaker (1999), se puede esperar hallar tejido blando después de miles de años en climas áridos extremos. Sledzik además afirmó, que también la altura está correlacionada con la influencia al intervalo posmortem.

Tabla 11 Proceso de descomposición en clima frío - seco (según Byers 2002)

etapa	descripción	rango
moderada	huesos parcialmente expuestos; pérdida de partes del cuerpo; formación de adipocira	< 3,5 meses
avanzada	pérdida de órganos internos; huesos moderadamente expuestos; adipocira extensiva	de 1,5 meses a 2,7 años
esqueletizada, con poco tejido blando	exposición de algunos elementos óseos completos; solo tejidos blandos restantes desecados	de 4 meses a 3,5 años
esqueletización completa	tejido blando no recuperado	de 2 meses a 8 años

Restos enterrados y sumergidos

Rodríguez (1997) explicó, que se identifican los lugares de enterramiento por depresiones superficiales en la tierra. Dichas modificaciones topográficas son resultado de la hinchazón de las cavidades corporales, causadas por gases, y la caída de la tierra, que cubrió los restos hinchados. Los datos disponibles sobre restos enterrados resultaron de los estudios de Rodríguez y Bass (1985). Los investigadores enterraron 6 cadáveres a diferentes profundidades desde uno hasta cuatro pies. Es obvio, que el proceso de la descomposición en cadáveres superficiales es más rápido que en los restos enterrados. A partir de una profundidad de dos pies, los cadáveres son inaccesibles para los insectos, que se alimentan por carroña. Por eso, la velocidad del deterioro es más lento que en restos al aire libre. Pero las moscas y escarabajos cavan en la tierra hasta la profundidad de un metro, y por lo tanto sí tienen acceso al cadáver. Otro factor para la reducción de la velocidad de la descomposición es la temperatura, que disminuye junto con la profundidad, porque la tierra funciona como barrera para la radiación solar (Rodríguez 1997). Además, la tierra alrededor de los cuerpos funciona como una refrigeradora, reduciendo el proceso de la pérdida de tejidos blandos. Según Rodríguez (1997), se observa adipocira en suelos de barro o en profundidades con tierra húmeda y casi nunca en tierras secas. Ubelaker (1999) aclaró, que el intervalo posmortem también depende del valor del ácido del suelo. Lamentablemente la muestra no es representativa

para establecer reglas específicas, pero en profundidades mayores de cuatro pies, el cuerpo se mantiene intacto por casi un año. Después de dos ó tres años los restos enterrados pasan al estado de esqueletización (Rodríguez 1997). Las tablas 12 y 13 se refieren a la descripción de los procesos de la descomposición en restos enterrados.

Tabla 12 Lesiones superficiales en huesos (según Henke & Rothe 1994)

causa	tipo
procesos geotérmicos	fracturas, torsión, grietas
procesos geodinámicos	fracturas, torsión
arena, agua	abrasión
plantas, bacterias	impresiones, canales
animales hombres herramientas acción médica o ritual	huellas de mordedura, roedores, perforación o corrosión fracturas, huellas de golpes, raspar, serrar, cortes, trepanación

Tabla 13 Proceso de descomposición en restos enterrados (según Henke & Rothe 1994)

procesos	factores / mecanismos
descomposición / podredumbre	bacterias, hongos
desarticulación / transporte	mamíferos, aves, aguas corrientes
cambios químicos	aguas freáticas, ácidos del suelo
alteración	hombre, animales, raíces, aguas corrientes, movimiento de la tierra
exhumación	excavación, movimiento de la tierra
deposición después la exhumación	lavado, clasificación, transporte
análisis	manipulación

La velocidad en la cual se deterioran los restos humanos sumergidos tampoco es conocida exactamente, por falta de estudios adecuados. Pero Maples y Browning (1994) propusieron la orientación, de que la descomposición de una semana al aire es similar a la de dos semanas dentro del agua u ocho semanas enterrado. Con el conocimiento de las etapas de la descomposición al aire, se puede reproducir entonces el tiempo desde la muerte en dichas ocasiones, que se manifiesta en el factor 2 respectivamente en el factor 8. La tabla 14 se refiere a las etapas de la descomposición de restos sumergidos.

Tabla 14 Etapas de descomposición, criterios de clasificación, duración del tiempo en agua y tamaño de la muestra para agua de mar y agua dulce (según Boyle et al. 1997)

etapa	descripción	agua dulce		agua de mar	
		tiempo	N	tiempo	N
fresco	ausencia de decoloración significante o hinchazón; rigidez cadavérica sea presente	de 2 día 0-2 días	38	0-3 días	22
descomposición inicial	decoloración significante e hinchazón inicial hasta completa	de 1 semana	11	de 2 días a 1 semana	4
descomposición avanzada	inicio de formación adipocira; desprendimiento y blanqueo del tejido blando; erosión del tejido superficial	de 1 semana a 1 mes	13	?	2
esqueletización	elementos del esqueleto expuesto; desarrollo significativo de adipocira	1 mes +	2	?	1

1.4. Depredación animal

La depredación por carnívoros y a veces por roedores es frecuente, especialmente en cadáveres posicionados al aire libre o enterrados en tumbas. Haglund (1997a, b) presentó un resumen sobre este tema con base en 37 restos depredados. El encontró, que los animales consumen los tejidos blandos, dispersan el esqueleto, quiebran los huesos y roen los elementos óseos. En los EEUU son perros y coyotes los animales más activos en este sentido, pero también gatos, cerdos, mapaches, osos, aves, roedores, anfibios y reptiles participan en este proceso. En el contexto guatemalteco juegan cuyos, armadillos, taltuzas y tacuacines, un papel en el lado de roedores, pizotes, coches y zopilotes de monte, en el lado de carnívoros. Adicionalmente son los humanos los que a veces sacan restos para colecciones privadas como cráneos de trofeo. Haglund (1997) desarrolló un esquema de cinco etapas, que se refleja en la tabla 15.

De nuevo se toma nota de los rangos amplios y la variación grande dentro y entre las etapas. Pero se puede observar la correlación entre el tiempo ocurrido desde la muerte y el consumo del tejido, la desarticulación y el porcentaje del material recuperado. Basándose solamente en once casos, Haglund y colaboradores (1988) mostraron una correlación negativa entre el tiempo pasado y la cantidad de huesos recuperados. Así se establecieron casos en donde existe solamente el 20% del esqueleto; y que el intervalo posmortem ocupa un lapso de tiempo entre seis meses y cuatro años. La presencia de 80% o más del esqueleto indica un intervalo posmortem menor de seis meses.

Generalmente se acepta que los animales comen primero los fines distales de los huesos largos, donde el córtex es fino, así como los coxales y las vértebras. Según Stewart (1979) y Sledzik (1998), roedores prefieren regiones como la cara, manos, pies y el abdomen.

Tabla 15 Estados de depredación e inventarios asociados (según Haglund 1997)

fase	descripción	rango
0	principio de depredación del tejido blando sin remover partes del cadáver	de 4 horas a 14 días
1	destrucción de tórax ventral por eviceración y remoción de una o ambas extremidades superiores, incluyendo los omoplatos y clavículas parciales o completas	de 22 días a 2,5 meses
2	extremidades inferiores removidas completa o parcialmente	de 2 a 4,5 meses
3	todos los elementos del esqueleto desarticulados con la excepción de la columna vertebral	de 2 a 11 meses
4	desarticulación total; solamente el cráneo y elementos esqueletizados clasificados o fragmentos recuperados	de 5 a 52 meses

1.5. Métodos adicionales

Varios especialistas forenses desarrollaron diferentes métodos para estimar el intervalo posmortem, entre estos métodos químicos para analizar el suelo debajo de los cadáveres o cambios dentales. Adicionalmente existen métodos bioquímicos para la determinación del intervalo posmortem como la datación ^{14}C, análisis de nitrógeno, amino-ácidos, proteínas, triglicéridos, fluorescentes o estroncio 90. Sin duda, dichas investigaciones son útiles, aunque los especialistas forenses buscan asesoría adicional con disciplinas como la entomología, botánica y estudios de deterioro no biológico.

Entomología forense

Es el estudio de insectos relacionado a la investigación medicolegal. Haskell y colaboradores (1997) hicieron una revisión del tema y subrayaron, que se determina el intervalo posmortem por las etapas vitales de los insectos. De forma similar se estima el momento de la muerte por la presencia predominante de insectos distintos en las diferentes épocas. También se detecta el traslado de cadáveres de una región por el lugar de origen de los insectos presentes. Finalmente, se identifica hábitos personales, tales como el abuso de drogas a través de los insectos, que se alimentan de los cadáveres y que por lo tanto contienen las mismas substancias.

El intervalo posmortem se determina por el conocimiento sobre las actividades de los insectos con relación a los restos humanos. Después de la muerte empieza una sucesión de insectos, cuando varios artrópodos como moscardones y escarabajos se alimentan de los restos.Los insectos adultos deponen sus huevos sobre los restos humanos, los cuales se transforman en larvas. Dichas larvas se alimentan otra vez del cadáver. Cuando los descendientes se convierten en adultos, continúan con el consumo y la deposición de huevos, iniciando el ciclo de nuevo. Cuando los ciclos de vida son conocidos, se puede reconstruir el tiempo transcurrido desde la muerte. Los moscardones

inician con la alimentación del cadáver directamente después de la muerte. Su frecuencia máxima es entre cinco y 25 días, mientras que los escarabajos aparecen después de un o dos días, alimentándose de los huevos de las moscas, y permanecen más tiempo que ellas, con una frecuencia máxima entre 13 y 61 días. Los ciclos vitales de los insectos permiten a los especialistas la estimación del intervalo posmortem de unos días hasta aproximadamente un año.

El insecto más analizado en este contexto es el moscardón, una mosca de aspecto metálico de color azul y verde, que vive normalmente en áreas de basura y restos biológicos. Aunque es más frecuente en áreas tibias y húmedas, se encuentra por todas partes en los EEUU y su ciclo de vida es conocido. Usualmente les aparecen directamente - minutos hasta horas - después de la muerte, y las hembras depositan huevos que quedan desde seis hasta 40 horas, hasta que la larva empieza a alimentarse. Entre tres y diez días, las larvas migran del cadáver al suelo, donde se transforman en adultos durante los próximos seis a 18 días. Terminando su transformación, el moscardón adulto regresa al cadáver, y el ciclo de nueve a 35 días inicia de nuevo. Con este conocimiento y la identificación de las etapas del desarrollo de los moscardones, los expertos están son capaces de reconstruir el tiempo de la muerte.

En la práctica, Rodríguez y Bass (1983) resumieron, que la presencia única de moscas indica el tiempo de la muerte hacia tres días o menos. Cuando predominan moscas en el escenario, la muerte ocurrió hacia 13 y 25 días, y en caso de presencia única de escarabajos la muerte ocurrió probablemente hace 25 días.

Los problemas generales con estos métodos es que los insectos no se quedan en la escena, sino aparecen, desaparecen y vuelven al sitio. El clima también influye al ciclo. Además, los ciclos vitales de los escarabajos no son profundamente estudiados como los de las moscas. Por eso es recomendable, si no indispensable, que los especialistas entomológicos hagan estos análisis con base en los hallazgos del forense. Byers (2002) presentó unas instrucciones para capturar a los insectos.

Botánica forense

Es la disciplina, que analiza el valor medicolegal de la flora encontrada en asociación con restos humanos. Hall (1997) describió los cuatro usos de la plantas en este contexto. Primero, la presencia de grama, arbustos, árboles y otras puede ser utilizado para la determinación de la cantidad de factores alrededor de una muerte. Segundo, el crecimiento dentro o debajo de restos humanos indica cuando o en que época del año ocurrió la muerte. Tercero, la existencia del material floral extraño indica donde se movió el individuo antes de la muerte o el desplazamiento del cadáver. Finalmente se puede determinar el intervalo posmortem por las tasas conocidas del crecimiento de plantas.

Para determinar el tiempo transcurrido desde la muerte se utilizan técnicas absolutas, independientes y comparativas. Las técnicas absolutas tratan la cantidad del crecimiento floral. Wiley y Heilman (1987) dieron cuenta, que se determina el intervalo posmortem por los anillos de troncos y raíces que crecen dentro los restos humanos.

Por su desarrollo anual cada anillo representa un año. Un tronco con cinco anillos significa entonces, que los restos fueron enterrados hacia cinco años como mínimo. El método comparativo se refiere a la comparación de las raíces detrás de los restos con las de los alrededores. En virtud de que la nutrición de los restos orgánicos acelera el crecimiento de plantas, las raíces asociadas con restos humanos son más gruesas que las de plantas similares afuera del área con los restos. El aumento del grosor indica el intervalo posmortem. Pero los métodos de la botánica forense poseen sus límites. Con certeza absoluta se puede estimar solamente la edad mínima hacia la muerte, porque no se determina el tiempo exacto en que se depositó la planta. La diferencia entonces resulta del desconocimiento del tiempo entre la muerte y el tiempo cuando brotaron las plantas. El segundo problema refiere a que los intervalos son anuales; no se puede determinar intervalos más específicos.

Así, como en la situación de la entomología forense, el antropólogo debe recolectar material para los estudios especializados. Los métodos para la recolección son presentados por Hall (1997), enfocando que se recogen pruebas de hojas, troncos o raíces de flores, gramas, arbustos o árboles cerca o dentro los restos y para su embalaje se envuelven en papel. Las raíces que crecen entre restos humanos se cortan en el punto donde se entran en los restos.

Deterioro de ropa y otros materiales

En estudios pioneros, Morse et al (1983) analizaron como se deterioran materiales como ropa y papel en clima tibio y húmedo en el norte de Florida, EEUU. Bajo condiciones controladas los investigadores observaron como se modifican los materiales enterrados o al aire libre. En la tabla siguiente (tabla 16) entran también los datos de Rowe (1997), quien analizó el deterioro de fibras sintéticas en suelos sólidos.

Tabla 16 Ratio de decadencia (en meses) de materiales asociados en áreas húmedas (según Byers 2002)

material	superficie			enterrado		
	templado	**severo**	**destrucción**	**templado**	**severo**	**destrucción**
papel moneda (no protegido)	0,5	desconocido	10	0,5	1	2
papel (protegido)	6	desconocido	36	2	6	desconocido
algodón	1 - 3	desconocido	7	0,5 – 10	desconocido	2 – 10
acetato	desconocido	desconocido	desconocido	2	3 – 7	8+
rayón	2	desconocido	15	2 – 7	8 – 9	desconocido
seda y lana	10	15	35	10	15	35

Los resultados presentes reflejan, que los mismos factores, que causan el deterioro de material biológico, afectan los materiales no-biológicos. El efecto más grande lo lleva la temperatura, porque las bacterias responsables de romper los tejidos prefieren vivir en temperaturas de 70 grados Fahrenheit. Otros agentes correlacionados con la velocidad de la descomposición son la humedad, tipo del suelo y luz del sol. Es obvio,

que los materiales protegidos, por ejemplo en bolsillos muestran tasas de deterioro más lentos que suelos ácidos, y la presencia de insectos acelera este proceso.

Muchos materiales se deterioran durante los años después de la disposición, pero el acrílico, nailon o el poliéster muestran solamente poca destrucción, incluso año después, por lo que tienen su valor para la estimación de intervalos posmortem grandes. Después de más que 20 años, los hallazgos arqueológicos recuperados en las exhumaciones en Guatemala presentan en gran cantidad restos de la ropa de las víctimas fallecidas.

Tabla 17 contiene los resultados de la descomposición del cabello humano, enterrado en jardines bien regados. Según Rowe (1997) es imposible recolectar la muestras después de medio año.

Tabla 17 Biodeterioro del cabello humano enterrado en tierra de jardín bien regado (según Rowe 1997)

etapa	descripción
1. mes	muestra de pelo con túnel fungoso
2. mes	muestra de pelo con túnel fungoso; medio de la muestra con vesículas del córtex o médula
3. mes	túnel fungoso y vesículas presentes; daño de la capa cutícula en 80%
4. mes	mitad de la muestra con fragmentación de la diáfisis del pelo; túneles vesículas y daños cuticulares en todas las muestras
5. mes	recuperación de 30% de las muestras imposible por deterioro severo; 70% con todos tipos de biodeterioro: túnel, vestículas, daños cuticulares y fragmentación
6. mes	recuperación de las muestras imposible por deterioro severo

2. Análisis de huesos quemados

2.1. Introducción a la cremación

Restos quemados son todos los residuos non combustibles, partículas minerales, del cuerpo humano. Los análisis de la cremación aporta datos valiosos para la identificación de los restos humanos. Las primeras descripciones de los huesos quemados se hicieron en el año 1658 por Sir Th. Browne. A pesar de esta tradición todavía no existe una sistematización de los resultados logrados por científicos de los EEUU o Europa, aunque se cuenta con la documentación de cremaciones desde el Neolítico.

En el contexto de la antropología forense las cremaciones son comunes, por un lado, porque los autores de delitos tratan de ocultar por fuego sus hechos de violencia. Por otro lado, en los accidentes de tránsito (por ejemplo en carro, bus, tren, avión) ocurren incendios, donde los forenses tienen que identificar a las víctimas. En dichos casos, los forenses necesitan la capacidad distinguir entre restos humanos y no-humanos. Otros aspectos del análisis de restos quemados son las preguntas de la cantidad de

individuos incinerados, la identificación con los parámetros demográficos (sexo, edad, estatura, peso, patrón ancestral) y la identificación de diagnósticos patológicos, así como la reconstrucción de lo ocurrido, como en la escena forense tradicional (Byers 2002, Herrmann 1988). Tabla 18 contiene la sistematización de tipos de cremación.

Tabla 18 Terminología de restos quemados (según Correira 1997)

tipo de cremación	tejido
carbonizado	órganos internos
parcial	tejidos blandos
incompleto	partes de los huesos
completo	ceniza solamente

2.2. Proceso de cremación

El fuego y el calor modifican y destruyen durante la cremación la estructura ósea en distintas maneras, las cuales la afectan en su tamaño, color y forma. Entre 105 y 300^{0}C el hueso pierde agua y se observa la reducción de los huesos en nivel de 1-2% de su volumen. Después inicia una fase entre 300 – 600^{0}C, en la cual los materiales sólidos se extienden brevemente. Con la temperatura entre 600 - 800^{0}C sigue la reducción en el nivel mencionado anteriormente y se sale el carbono. Entonces, las temperaturas debajo de 800^{0}C no afectan tanto la reducción del tamaño de restos óseos. Con temperaturas mayores de 800^{0}C la consistencia de los huesos esta a causa de recristalización y la homogenización de la estructura interna más sólida. El punto de fusión se logra aproximadamente con 1630^{0}C, pero estas temperaturas solamente se alcanzan en experimentos donde se utiliza, en el proceso de la cremación, una ventilación fuerte conjunto con ceniza de madera (ver Correira 1997, Correira & Beattie 2002, Herrmann 1988, Herrmann et al. 1990).

Tabla 19 Fases durante el proceso de la cremación (según Correira 1997)

fase	cambios histológicos	temperatura (^{0}C)	metodología
deshidratación	extracción del agua	105 - 600	histología “scanning electron microscopy”
descomposición	extracción de los componentes orgánicos	500 – 800	termogravometría
inversión	extracción de los carbonatos	700 – 1100	rayos x diffracción
fusión	punto de fusión de los cristales	1630	microradiografía rayos x diffracción

Se documenta a veces formas especiales como nueces con cuevas, que se denominan “clinker”. Estos son resultado del punto de fusión (Herrmann et al. 1990, Willey & Scott 1999). Tabla 19 conlleva la información sobre el proceso de la cremación en relación a la metodología utilizada.

Reducción y modificación de los huesos

La reducción es un proceso de recristalización, que se observa más evidente en la estructura compacta, que en la estructura esponjosa de los huesos. En general, la longitud ósea disminuye entre 12% hasta 15%, y los diámetros entre 25% y 30% en temperaturas mayores de 1000^{0}C. Pero se logró diferentes resultados en distintas investigaciones; además los distintas porciones corporales no se modifican de manera homogénea. Por ejemplo el diámetro del fémur se reduce hasta 30%, mientras el diámetro del radio solamente se reduce hasta 2,5%; la cabeza del fémur se reduce hasta 12% y ésta del radio a solo 3,8 – 5% (Grupe & Herrmann 1983, Herrmann et al. 1990). Factores específicos de la reducción se pueden sacar de la figura 1 y de la tabla 20:

Tabla 20 Reducción inducida por la temperatura durante el proceso de la cremación

temperatura (^{0}C)	**porcentaje**
150 - 300	1 – 2
750 - 800	1 – 2
600 - 1000	5 – 13
1000 - 1200	14 – 18

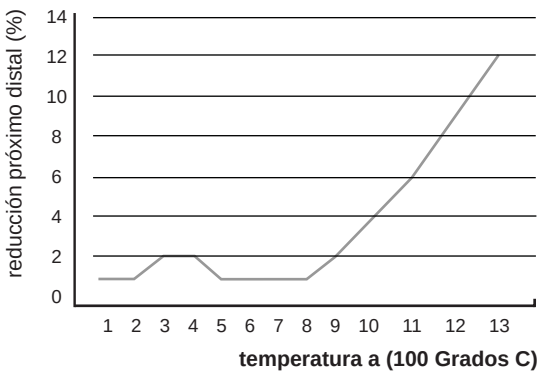


Fig. 1 Reducción en correlación con la temperatura (modificado, según Herrmann 1988)

Según Ubelaker (1999), la reducción evidente hasta 25 % de la longitud ósea se realiza con temperaturas entre 700^0 C y 900^0 C; temperaturas más altas no afectan más al proceso de la reducción.

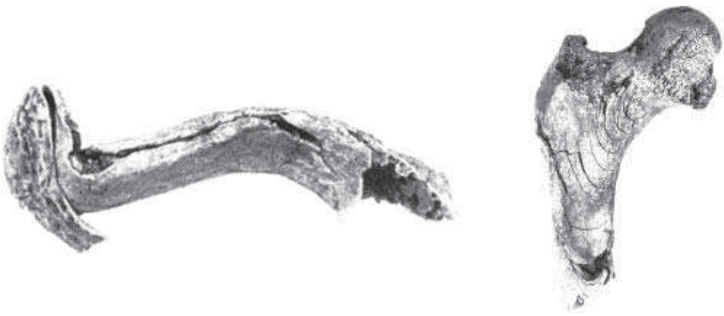
A causa de deshidratación y modificación de los contenidos de minerales, el hueso mismo se deforma con la influencia de la temperatura. Por ejemplo, el hueso esponjoso se encoge con la influencia del calor pero mantiene su forma, mientras que el hueso

compacto se quiebra. Se observan grietas (redondeadas o rectas) afectadas por el calor de la cremación, ubicadas en la superficie de los huesos, donde se ubicaron las áreas de tensión y estrés biomecánico. Las grietas torcidas, grietas elípticas y fracturas dentadas transversales indican la presencia de tejidos blandos, es decir, que quemó el cuerpo entero o partes con piel, músculos, grasa, ligamentos, tendones etc . Grietas en las cabezas de articulación en los huesos largos, carpos y tarsos muestran también el tipo de fracturas concéntricas o en forma de terraza, como en el cráneo o las vértebras. En cremaciones se identifican también esquirlas transversales. Para distinguir entre aquellas formas de la cremación y los cambios ocurridos en la cremación de huesos secos se utiliza la apariencia de las grietas, que son de forma longitudinal (Byers 2002, Correira 1997, Herrmann 1988).

La superficie de los huesos cambia por la influencia del fuego y la temperatura según el esquema en tabla 21:

Tabla 21 Cambios de la superficie en relación con la temperatura

superficie	**temperatura** (^{0}C)
áspera - suave	105 - 600
espumada	500 – 800
grietas	700 – 1100
ceniza	1630



a) b)

Fig. 2 Modificaciones causadas por cremación; a) deformación en una costilla; y b) grietas elípticas en el fémur (por Herrmann 1988)

Decoloración

El color de los huesos se modifica con la temperatura y la duración del proceso de la cremación. Se identifican decoloraciones de primer y segundo grado en nivel de cremación completa. Las primeras son descritas por márgenes claros en fracturas de la estructura compacta, que indican un corto tiempo de la exposición al fuego. Las decoloraciones de segundo grado tienen márgenes obscuros en las fracturas, las cuales resultan por partículas de hollín. Es probable, que las decoloraciones de color café indiquen la presencia de hemoglobina durante el proceso de la cremación, o simplemente la adaptación del color de la tierra. Los huesos negros están carbonizados y los de color gris - azul, representan la pirolización de las partes orgánicas óseas. Huesos blancos están calcinados. Además se observan decoloraciones verdes, amarillas, fucsias o rojas, las cuales se hallan en correlación con materiales artificiales como bronce, cobre o hierro (Byers 2002, Correira 1997, Herrmann et al. 1990, Hummel & Schutkowski 1986). La tabla 22 conlleva la información sobre la correlación entre la temperatura y el proceso de la decoloración, y figura 3 resume los cambios provocados por la cremación.

Tabla 22 Decoloración en cremaciones en correlación con la temperatura y la reducción (según Schafberg 2002, comunicación verbal)

temperatura (^{0}C)	**color**	**reducción** (%)
100 - 300	amarillo	1 - 2
300 - 400	café	1 - 2
400 - 500	negro	1 - 2
500 - 700	gris - azul	1 - 2
> 800	blanco	5 - 25

temperatura (^{0}C)	**100^0**	**200^0**	**300^0**	**400^0**	**500^0**	**600^0**	**700^0**	**800^0**	**900^0**	**1000^0**
color	amarillo		café	negro	gris / azul				blanco	
reducción (%)	1-2						5-13		> 25	
superficie	áspera - suave				espumada		grietas			
consistencia	bajando						**estado de transformación estructura desordenada, como tiza**		creciendo	

Fig. 3 Modificación del material y color del hueso en relación a la temperatura (modificado, según Herrmann 1988)

2.3. Métodos de la identificación en huesos quemados

Debido al estado precario de la conservación, se recomienda un levantamiento de los restos quemados en bloque. Para mejorar la resistencia durante el levantamiento y la preparación en el laboratorio conviene endurecer los restos. En el laboratorio se secan los restos unas semanas sin su exposición al sol, para evitar la fracturación. Cuando sea necesario, se lavan los restos con cuidado en agua sobre una reja (2x2 mm) y se secan colocando toallas encima y debajo (Herrmann 1988, Herrmann et al. 1990, Hummel & Schutkowski 1986). Antes del análisis de los restos se ordenan por tipo y tamaño según este esquema:

- Cráneo con mandíbula incluyendo piezas dentales
- Diáfisis
- Epífisis
- Huesos de la pelvis
- Huesos de hombro
- Columna vertebral
- Otros restos

En el análisis de cremaciones es frecuente (50-68%) encontrar fragmentos del maxilar, de la mandíbula, de la porción petrosa, de falanges o huesos largos. También se detectan partes del acetábulo, de la sínfisis púbica, de la protuberancia occipital externa, de las cabezas de articulación y de las vértebras. Al contrario, los hallazgos del zigomático, del frontal, de la clavícula, de los carpos o las vértebras lumbares son raros. Enfocando a la mano, la cremaciones afecta primero a los metacarpos y los fines proximales de las falanges; como última porción se afecta a los falanges distales a causa del cierre del puño, que está provocado por la tensión natural de los músculos y ligamentos. Generalmente, los huesos densos o empacados en tejidos se conservan de manera mejor (Correira & Beattie 2002, Herrmann et al. 1990).

En comparación con huesos de animales, que poseen superficies más lisas y pulidas, los huesos quemados humanos tienen superficies más ásperas, que se observan en cremaciones con temperaturas hasta 285^{0}C. Con temperaturas más altas, la superficie pierde su carácter áspero y aparece más suave.

Como regla general se estableció, que cuando el peso de los restos quemados analizados es mayor que 2500 gramos, supuestamente se trata de la presencia de más que solo un individuo. El promedio del peso en las cremaciones es 2000 gramos por individuo con mayores pesos de los hombres en comparación con las mujeres (Herrmann et al 1990).

Para el diagnóstico individual en huesos quemados se utiliza en general los mismos métodos y criterios de la antropología física, que se aplica en restos secos óseos humanos (consultar tomos II, III, V, VI).

Para la estimación de la edad se han establecido análisis de las suturas craneales, de la abrasión de los dientes, la metamorfosis de la cuarta costilla, de la faceta auricular del ilion y de la sínfisis púbica, para mencionar los principales. Sin embargo, la temperatura causa a veces aperturas en las suturas y provoca que las piezas dentarias se quiebren y salten de sus raíces. Por lo general, la determinación de la edad en individuos ancianos es más difícil que en las etapas anteriores.

En caso de la determinación del sexo se analiza la porción petrosa del temporal a través de su morfología y morfometría (comparar figura 4), el diente del axis, el grosor de la lamina craneal (tabla 23), y el grosor de las diáfisis, tomando en cuenta, que los huesos cremados han perdido sus dimensiones y arquitectura original, y por eso parecen mas gráciles. Por otro lado, los relieves de las inserciones musculares se profundizan. Además se analiza criterios morfognósticos craneales como proceso mastoideo, margen supraorbital, ángulo gonial, mentón y arco supraorbital. En la pelvis se observa en primera línea la escotadura ciática mayor y el surco preauricular, aplicando la mayor objetividad para el análisis de criterios cualitativos.

Tabla 23 Determinación del sexo con base en mediciones óseas (según Correira 1997)

criterio	femenino	masculino
grueso del parietal	< 11	> 11
grueso del frontal superior	< 11	> 11
grueso del occipital	< 11	> 11
diámetro transversal del diente del axis	< 9	> 9

Como consecuencia, la reducción en huesos con mayor contenido de minerales es más evidente. Por eso, los huesos de los hombres exhiben una tasa de la reducción de sus dimensiones mayor que las mujeres, y los hace parecer más gráciles.

La porción petrosa además muestra diferencias distintas entre los sexos

- El ángulo del meato acústico interno y externo y el eje longitudinal del hueso es más pequeño en varones
- El meato acústico interno es en mujeres más angulado en relación a la superficie interior (esta observación también sirve en niños)

Para obtener criterios adicionales, se mide en muestras representativas el grosor de las diáfisis del fémur, húmero y radio sin tomar en cuenta las protuberancias o eminencias como la línea áspera o la tuberosidad deltoidea. Con estos valores se crea un rango, que se divide en dos partes iguales. Las mediciones de la parte más pequeña pertenecen supuestamente a individuos femeninos, y las más grandes a los hombres.

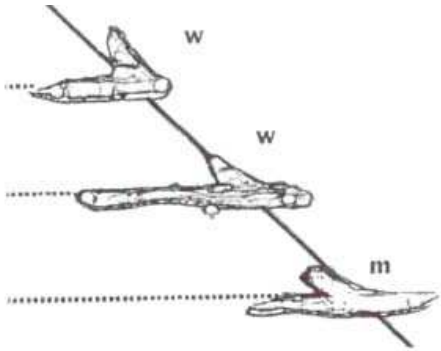


Fig. 4 Diferencias entre los sexos en el ángulo lateral del meato acústico; ángulos mayores que 45° son típicos para mujeres, mientras los ángulos puntiagudos son típicos para varones (por Graw 2001)

La reconstrucción de la estatura es posible , bajo ciertas limitaciones, aunque se presenta más una estimación aproximada por razones de la tasa de reducción mencionada anteriormente. Según Rösing (citado en Herrmann et al. 1990), se utilizan las siguientes fórmulas:

estatura de hombres en mm

1219,8 + 11,35 diámetro transversal de la cabeza del húmero +/- 85,54
1320,7 + 8,88 diámetro vertical de la cabeza del fémur +/- 73,52

estatura de mujeres en mm

1119,1 + 12,51 diámetro transversal de la cabeza del húmero +/- 74,10
1228,2 + 9,30 diámetro vertical de la cabeza del fémur +/- 69,22

Además, se aplican análisis bio-químicos (por ejemplo ^{14}C para la determinación de la edad cronológica) en huesos quemados, mientras el análisis del ADN no brinda resultados por razones de degradación (Brown et al. 1995). Las posibilidades de determinar si la víctima estaba viva antes de la cremación o no, son limitadas o imposibles.

Finalmente, en un protocolo sobre restos quemados se implica los siguientes criterios:

- Peso
- Constelación: completo / representativo / no representativo
- Comentarios generales
- Sexo
- Criterios de la estimación del sexo
- Edad

- Criterios de la estimación de la edad
- Comentarios descriptivos

La terminología para las categorías de los fragmentos es:

1) Pequeño < 1 cm
2) Mediano 1 - 5 cm
3) Grande > 5 cm

y de la representación:

1) Completo
2) Representativo
3) Non representativo

2.4. Ficha de análisis para restos quemados

CAFCA

Ficha No. _____

Caso No. _____ Sitio _____ Fosa _____ Osamenta _____

Analizó _____ Lugar y Fecha _____

No. Ficha de exhumación _____

Situación del hallazgo:		Nivel de cremación completo / incompleto decoloración	
Tipo de la fosa, asociados etc.:		consistencia	
Peso		Tamaño de fragmentos	
Cráneo			
Poscráneo		Observaciones:	
Indefinidos			
Total			
Sexo		Edad	
Criterios del sexamiento:		Criterios de la determinación de edad:	
Porción petrosa		Cantidad de los individuos:	
LM 2		Estatura	
LM 4		Húmero	
LM 5		Radio	
LM 6		Fémur	
HM 1		Tibia	
BM 2		Fotografías	
HM 2			
BM 1			

Bibliografía

Anderson GS & VJ Cervenka (2002) Insects associated with the body: Their use and analyses. En WD Haglund & MH Sorg (eds) Advances in forensic taphonomy: method theory, and archaeological perspectives. CRC Press, 173-200

Bass WM (1984a) Time interval since death: A difficult decision. En TA Rathburn & JE Buikstra (eds) Human identification. Case studies in forensic anthropology. CC Thomas Publishers, Springfield, Illinois, 136-147

Bass WM (1984b) Is it possible to consume a body completely in a fire?. En TA Rathburn & JE Buikstra (eds) Human identification. Case studies in forensic anthropology. CC Thomas Publishers, Springfield, Illinois, 159-167

Bass WM (1997) Outdoor decomposition rates in Tennessee. En WD Haglund & MH Sorg (eds) Forensic taphonomy: The postmortem fate of human remains. CRC Press, 181-186

Berryman HE, Bass WM, Symes SA & OC Smith (1997) Recognition of cemetery remains in the forensic setting. En WD Haglund & MH Sorg (eds) Forensic taphonomy: The postmortem fate of human remains. CRC Press, 165-170

Boyle S, Galloway A & RT Mason (1997) Human aquatic taphonomy in the Monterey bay area. En WD Haglund & MH Sorg (eds) Forensic taphonomy: The postmortem fate of human remains. CRC Press, 605-614

Brooks S & PH Brooks (1997) The taphonomic effects of flood waters on bone. En WD Haglund & MH Sorg (eds) Forensic taphonomy: The postmortem fate of human remains. CRC Press, 553-558

Brothwell D (1987) Desenterrando huesos. Fondo de Cultura Económica, México

Brown KA, O'Donoghue K & TA Brown (1995) DNA in cremated bones from an early Bronze Age cemetery cairn. International Journal of Osteoarchaeology 5: 181-187

Byers SN (2002) Introduction to forensic anthropology. Allyn and Bacon

Clark MA, Worrell MB & JE Pless (1997) Postmortem change in soft tissues. En WD Haglund & MH Sorg (eds) Forensic taphonomy: The postmortem fate of human remains. CRC Press, 151-164

Correira PMM (1997) Fire modification of bone: a review from the literature. En Haglund WD & MH Sog (eds) Forensic taphonomy: The postmortem fate of human remains. CRC Press, 275-286

Correira PM & O Beattie (2002) A critical look at methods for recovering, evaluating, and interpreting cremated human remains. En WD Haglund & MH Sorg (eds) Advances in forensic taphonomy: method theory, and archaeological perspectives. CRC Press, 435-450

Dirkmaat DC & JM Adovasio (1997) The role of archaeology in the recovery and interpretation of human remains from an outdoor forensic setting. En WD Haglund & MH Sorg (eds) Forensic taphonomy: The postmortem fate of human remains. CRC Press, 39-64

Dirkmaat DC (2002) Recovery and interpretation of fatal fire victim: The role of forensic anthropology. En WD Haglund & MH Sorg (eds) Advances in forensic taphonomy: method theory, and archaeological perspectives. CRC Press, 451-472

Dokladal M (1970) Ergebnisse experimenteller Verbrennungen zur Feststellung von Form- und Grössenveränderungen von Menschenknochen unter dem Einfluss von hohen Temperaturen. Anthropologie (Brno) 8(2): 3-17

Dokladal M (1971) A further contribution to the morphology of burned human bones. En V: Novotny (ed) Proceedings of the Anthropological Congress Dedicated to Ales Hrdlicka in Prague and Humpolec 1969. Academy of Science, Prague, 561-568

Duday H (1997) Antropologá biológica “de campo”, tafonomia y arqueología de la muerte. En Malvido E, Pereira G & V Tiesler (1997) El cuerpo humano y su tratamiento morturio. Colección Científica, México, 91-126

Galloway A (1997) The process of decomposition: A model from the Arizona-Sonoran desert. En WD Haglund & MH Sorg (eds) Forensic taphonomy: The postmortem fate of human remains. CRC Press, 139-150

Galloway A, Birkby WH, Jones AM, Henry TA & BO Parks (1989) Decay rates of human remains in an arid environment. Journal of Forensic Sciences 34: 607-616

Graw M (2001) Morphometrische und morphognostische Geschlechtsdiagnostik an der menschen Schädelbasis. En M Oehmichen y G Geserick (eds) Osteologische Identifikation und Altersschätzung. Schmidt Roemhild, Lübeck, 103-121

Grupe G & B Herrmann (1983) Über das Schrumpfungsverhalten experimentell verbrannter spongiöser Knochen am Beispiel des Caput femoris. Zeitschrift fuer Morphologie und Anthropologie 74, 121-127

Haglund WD & MH Sog (eds 1997a) Forensic taphonomy: The postmortem fate of human remains. CRC Press

Haglund WD & MH Sorg (1997b) Method and theory of forensic taphonomic research. En WD Haglund & MH Sorg (eds) Forensic taphonomy: The postmortem fate of human remains. CRC Press, 13-26

Haglund WD & MH Sorg (eds 2002) Advances in forensic taphonomy: Method, theory, and archaeological perspectives. CRC Press

Haglund WD (1997a) Dogs and coyotes: Postmortem involvement with human remains. En WD Haglund & MH Sorg (eds) Forensic taphonomy: The postmortem fate of human remains. CRC Press, 367-382

Haglund WD (1997b) Rodents and human remains. En WD Haglund & MH Sorg (eds) Forensic taphonomy: The postmortem fate of human remains. CRC Press

Haglund WD (2002) Recent mass graves: An introduction. En WD Haglund & MH Sorg (eds) Advances in forensic taphonomy: method theory, and archaeological perspectives. CRC Press, 243-262

Haglund WD, Reay DY & DR Swindler (1988) Tooth artifacts and survival of bones in animal-scavenged human skeleton. Journal of Forensic Sciences 33: 985-997

Hall DW (1997) Forensic botany. En WD Haglund & MH Sorg (eds) Forensic taphonomy: The postmortem fate of human remains. CRC Press

Haskell NH, Hall RD, Cervenka VJ & MA Clark (1997) On the body: Insects' life stage presence, their postmortem artifacts. En WD Haglund & MH Sorg (eds) Forensic taphonomy: The postmortem fate of human remains. CRC Press, 415-448

Heglar R (1984) Burned remains. En TA Rathburn & JE Buikstra (eds) Human identification. Case studies in forensic anthropology. CC Thomas Publishers, Springfield, Illinois, 148-158

Henke W & H Rothe (1994) Paläoanthropologie. Springer Verlag, New York, Stuttgart

Herrmann B (1988) Behandlung von Leichenbrand. En R Knussmann (ed) Anthropologie. Band I, Teil 1, Fischer Verlag, 576-586

Herrmann B, Grupe G, Hummel S, Piepenbrink H & H Schutkowski (1990) Prähistorische Anthropologie. Springer Verlag

Hummel S & H Schutkowski (1986) Neue Ansätze in der Leichenbranduntersuchung. En B. Herrmann (ed) Innovative Trends in der prähistorischen Anthropologie. Berliner Gesellschaft fuer Anthropologie, Ethnologie und Urgeschichte, 141-146

Janaway RC (2002) Degradation of clothing and other dress materials associated with buried bodies of both archaeological and forensic interest. En WD Haglund & MH Sorg (eds) Advances in forensic taphonomy: method theory, and archaeological perspectives. CRC Press, 379-402

Kennedy KAR (1999) The wrong urn: Commingling of cremains in mortuary practises. En SI Fairgrieve (ed) Forensic osteological analysis. A book of case studies. CC Thomas, 141-150

Komar DA (1998) Decay rates in a cold climate region: a review of cases involving advanced decomposition from the medical examiner's office in Edmonton, Alberta. Journal of Forensic Sciences 43: 57-61

Lyman RL & GL Fox (1997) A critical evaluation of bone weathering as an indication of bone assemblage formation. En WD Haglund & MH Sorg (eds) Forensic taphonomy: The postmortem fate of human remains. CRC Press, 223-248

Malinowski A & R Porawski (1969) Identifikationsmöglichkeiten menschlicher Brandknochen mit besonderer Berücksichtigung ihres Gewichtes. Zacchia 5: 392-410

Manheim MH (1997) Decomposition rates of deliberate burials: A case study of preservation. En WD Haglund & MH Sorg (eds) Forensic taphonomy: The postmortem fate of human remains. CRC Press, 469-482

Maples WR & M Browning (1994) Dead men do tell tales. The strange and fascinating cases of a forensic anthropologist. Doubleday, New York

Mays (2000) The chemical degradation of bone. En M Cox & S Mays (eds) Human Osteology in archeological and forensic science. Greenwich Medical Media Ltd. London, 42-438

Mays S (2003) The archaeology of human bones. Routledge, London, New York

McKinley J (2000) The analysis of cremated bone. En M Cox & S Mays (eds 2000) Human osteology in archaeology and forensic science. Greenwich Medical Media, London, 403-421

Morse D, Duncan J & J Stoutamire (1983) Handbook of Forensic Archaeology and Anthropology. Rose Printing, Talahassee

Nielsen-Marsh C, Gernaey A, Turner-Walker G, Hedges R, Pke A & M Collins (2000) The chemical degradation of bone. En M Cox & S Mays (eds) Human Osteology in archeological and forensic science. Greenwich Medical Media Ltd. London, 425-438

Penados L & U Krenzer (2005) Antropología Forense. Segunda parte. Curso de especialización en medicina legal y ciencias forenses. Modulo II, Ciencias Forenses. Universidad de San Carlos, Guatemala

Piontek J (1976) The process of cremation and its influence on the morphology of bones in light of results from experimental research. Archaeologica Polski 21: 254-280

Rhine S & JE Dawson (1998) Estimation of time since death in the Southwestern United States. En KJ Reichs (ed) Forensic osteology. Advances in identification of human remains. CC Thomas Publisher, Springfield, Illinois, 145-160

Rodríguez III WC & Bass WM (1983) Insect activity and its relationship to decay rates of human cadavers in east Tennessee. Journal of Forensic Sciences 28: 423-432

Rodríguez III WC (1997) Decomposition of buried and submerged bodies. En WD Haglund & MH Sorg (eds) Forensic taphonomy: The postmortem fate of human remains. CRC Press, 459-468

Rowe WE (1997) Biodegradation of hairs and fibers. En WD Haglund & MH Sorg (eds) Forensic taphonomy: The postmortem fate of human remains. CRC Press, 337-352

Schmitt S (2002) Mass graves and the collection of forensic evidence: Genocide, war crimes, and crimes against humanity. En WD Haglund & MH Sorg (eds) Advances in forensic taphonomy: method theory, and archaeological perspectives. CRC Press, 277-291

Shipman P, Foster P & M Schoeninger (1984) Burnt bones and teeth: An experiment study of color, morphology, crystal structure, and shrinkage. Journal of Archaeological Science 11: 307-325

Skinner M (1999) Cremated remains and expert testimony in a homicide case. En SI Fairgrieve (ed) Forensic osteological analysis. A book of case studies. CC Thomas, 151-172

Skinner M & RA Lazenby (1983) Found! Human Remains. A field manual for the recovery of the recent human skeleton. Archaeology Press, Simon Fraser University, Burnaby, B.C, 65-78

Sledzik PS (1998) Forensic taphonomy: Postmortem decomposition and decay. En KJ Reichs (ed) Forensic osteology. Advances in identification of human remains. CC Thomas Publisher, Springfield, Illinois, 109-119

Sorg MH; David E & AJ Rebmann (1998) Cadaver dogs, taphonomy, and postmortem intervals in the Northeast. En KJ Reichs (ed) Forensic osteology. Advances in identification of human remains. CC Thomas Publisher, Springfield, Illinois, 120-144

Stewart TD (1979) Essentials of forensic anthropology, especially as developed in the United States. CC. Thomas. Springfield, Illinois

Stiner MC, Kuhn SL, Weiner S & O Bar-Yosef (1995) Differential burning, recristallisation and fragmentation of archaeological bone. Journal of Archaeological Sciences 22: 223-237

Ubelaker DH (1997) Taphonomic applications in forensic anthropology. En WD Haglund & MH Sorg (eds) Forensic taphonomy: The postmortem fate of human remains. CRC Press, 77-91

Ubelaker DH (1999) Human Skeletal Remains. Excavation, Analysis, Interpretation. Taraxacum-Washington, Smiths. Inst. Manuals on Archaeology 2, 129-130

Wahl J (1982) Leichenbranduntersuchungen: Ein Überblick über die Bearbeitungs- und Aussagemöglichkeiten von Brandgräbern. Prähstorische Zeitschrift 57: 1-25

Wiley P & A Heilman (1987) Estimating time since death using plant roots and stems. Journal of Forensic Sciences 32: 1264-1270

Willey P & DS Scott (1999) Clinkers on the Little Big Horn Battlefield: In situ investigation of scattered recent cremains. En SI Fairgrieve (ed) Forensic osteological analysis. A book of case studies. CC Thomas, 129-140

COMPENDIO DE MÉTODOS ANTROPOLÓGICO FORENSES

Tomo I	Osteometría
Tomo II	Métodos para la determinación del sexo
Tomo III	Estimación de la edad osteológica en adultos
Tomo IV	Estimación de la edad osteológica en subadultos
Tomo V	Características individualizantes
Tomo VI	Antropología dental
Tomo VII	Cambios posmortem
Tomo VIII	Traumas y paleopatología

ISBN 99922-859-7-4

Deutscher Entwicklungsdienst

Visite nuestro sitio en internet
http://www.cafcaguatemala.org

Servicio de las Iglesias Evangélicas en Alemania para Desarrollo

COMPENDIO DE MÉTODOS ANTROPOLÓGICO FORENSES

PARA LA RECONSTRUCCIÓN DEL PERFIL OSTEO-BIOLÓGICO

Udo Krenzer

Tomo VIII

TRAUMAS Y PALEOPATOLOGÍA

CAFCA
CENTRO DE ANALISIS FORENSE Y CIENCIAS APLICADAS

8
Serie de Antropología Forense

Compendio de métodos antropológico forenses para la reconstrucción del perfil osteo-biológico

Udo Krenzer

Tomo VIII
Traumas y Paleopatología

Guatemala
2005

Elaborado por: Udo Krenzer
Centro de Análisis Forense y Ciencias Aplicadas
CAFCA
2 calle 6-77, zona 1
Ciudad, Guatemala
Teléfono: (502) 2253-2080
http://www.cafcaguatemala.org

Financiado por: DED y EED

Diseño de portada: Rafael Molina

Diagramación de interiores: CIBER NEGOCIOS
Teléfonos: (502) 2450-4889 (502) 2256-1276
E-mail: ventas@cibernegociosguatemala.com

Primera edición 2006
Serie de Antropología Forense
Tomo 8

ISBN: 99922-859-8-2

Compendio de métodos antropológico forenses para la reconstrucción del perfil osteo-biológico

Tomo VIII

Traumas y paleopatología

Contenido

1.	Sistematización del diagnóstico de traumas	1
1.1.	Introducción	1
1.2.	Características de las fuerzas que producen traumas	1
1.3.	Traumas afilados	5
1.3.1.	Efectos de instrumentos afilados al esqueleto	6
1.3.2.	Análisis de las heridas causadas por fuerzas afiladas	7
1.4.	Traumas obtusos	8
1.4.1.	Efectos de las fuerzas obtusas en el esqueleto	9
1.4.2.	Análisis de las heridas causadas por traumas obtusos	12
1.5.	Traumas por proyectiles	13
1.5.1.	Elementos básicos de balística	14
1.5.2.	Análisis de heridas causadas por balas	16
1.6.	Variados	19
1.6.1.	Trepanaciones	20
1.6.2.	Fracturas no traumáticas	21
1.7.	Tiempo de la muerte	21
1.8.	Protocolo para la documentación de traumas	22
2.	Sistematización de paleopatologías	23
2.1.	Introducción	23
2.2.	Clasificación de enfermedades óseas	24
2.3.	Patologías congénitas	26
2.4.	Patologías adquiridas	34
2.4.1.	Enfermedades degenerativas	34
2.4.2.	Enfermedades infecciosas	42
2.4.3.	Desórdenes metabólicos y circulatorios	55
2.4.4.	Neoplasmas	64

2.5. Patologías no clasificadas 67
2.6. Aplicaciones innovadoras 68
2.7. Diagnóstico de enfermedades en el esqueleto 68
Bibliografía 73

1. Sistematización del diagnóstico de traumas

1.1. Introducción

Desde que en el curso natural de la evolución apareció el hombre, éste parece haber recurrido siempre al uso de la violencia, hecho que se pone especialmente de manifiesto por el descubrimiento de lesiones óseas en material arqueológico. Se han observado fracturas o la influencia de violencia a partir del *Homo erectus*. En general, se entiende trauma en el contexto forense como una lesión ósea que resulta como desequilibrio entre la estabilidad del hueso y las fuerzas (más externas que internas) que lo afectan. Entonces, trauma es una categoría patológica. La variedad de las influencias violentas es grande y cubre no solo los hechos agresivos sino también aquellos que ocurren diariamente (como los accidentes). Para la Antropología Forense, el análisis de los traumas es fundamental para reconstruir hechos violentos y los instrumentos (tipo, tamaño, forma, construcción) que fueron usados. También le interesa, si el trauma ocurrió pre- peri- o postmortem y si este causó la muerte.

1.2. Características de las fuerzas que producen traumas

Cuando se aplica suficiente fuerza al hueso, ocurre una rotura o discontinuidad. Las fracturas se pueden diferenciar entre: discontinuidades completas (o infracciones) y discontinuidades incompletas. Además, se pueden determinar dos tipos de discontinuidades: desplazamientos y líneas de fractura. En los desplazamientos las superficies (anteriores continuas) no se encuentran o forman ángulos no naturales. Algunos ejemplos son las fracturas completas o fracturas bisagra (“hinge fractures”). Otras fracturas incluyen roturas sin separación de los huesos, las cuales se llaman fracturas de tallo verde y ocurren frecuentemente en las clavículas o huesos largos de subadultos. Las fracturas conminutas se refieren a roturas que provocan fragmentos múltiples de los huesos y resultan de accidentes, suicidios o golpes fuertes (aporreamientos).

Las líneas de fractura representan otro tipo de discontinuidades. Usualmente se originan cerca del punto del impacto y aparecen en formas radiantes o concéntricas. Las líneas radiantes son más comunes y muestran un modelo irregular. Las líneas concéntricas resultan de impactos de proyectil de alta velocidad, provocando curvaturas adentro y afuera. Generalmente, las líneas no se cruzan con líneas preexistentes o suturas craneales, porque allí pierden su energía.

Para la identificación del tipo de trauma se caracterizan tres causas distintas. Primero, la velocidad. Aquí se puede determinar entre fuerzas dinámicas (proyectiles, armas blancas) o estáticas (estrangulación). Segundo, el foco de la fuerza aplicada en el hueso. Se distingue entre focos estrechos, causados por instrumentos con bordes afilados; y focos más anchos. Tercero, la dirección de donde vino la fuerza. Según la figura 1 se pueden determinar diferentes tipos de **dirección** que causan diferentes discontinuidades en el hueso:

Fig. 1 Dirección de las fuerzas que provocan fracturas (por Byers 2002)

a) **Tensión:** el hueso es tirado por fuerzas, frecuentemente en su eje longitudinal. Generalmente estas fuerzas afectan a procesos óseos y los rompen en la parte mayor del hueso. Las discontinuidades causadas por tensión normalmente muestran líneas de fractura

b) **Compresión**: fuerzas que empujan el hueso provocan discontinuidades completas o incompletas y/o líneas de fracturas. Frecuentemente se encuentra este tipo en el cráneo con la superficie cortical desplazada hacia adentro

c) **Torsión**: mientras un extremo del hueso (muchas veces huesos largos) esta fijo, el otro está torzonado. Estas fracturas son comunes en accidentes

d) **Flexión**: es la fuerza más común que causa fracturas. El punto del impacto esta perpendicular al eje longitudinal del hueso y provoca una fractura de la sección, con líneas de fractura en el punto de impacto y también en el lado opuesto. A veces, si la fuerza es grande, se rompe un triangulo del hueso del lado opuesto al impacto, produciendo una fractura en forma de mariposa con la compresión en el lado del impacto y la tensión al lado contrario. Se puede distinguir entre las fracturas de mariposa reales y los falsos por la forma de alas (ver figura 2a)

Una forma común de fractura de flexión es la fractura rechazada o parada (ver figura 2b), que se ubica en el cúbito cuando las personas trataron de defenderse levantando sus brazos. El resultado es una fractura con desplazamiento hacia adentro de la superficie fracturad

e) **Cizallamiento**: una forma similar a la flexión pero con la consecuencia de inmovilización de un segmento del hueso. Esto puede pasar cuando una fuerza afecta el hueso lateralmente. La fractura de Colle (ver figura 2c), distal del radio, es el tipo más común y resulta cuando las personas caen y tratan de amortiguarse

Fig. 2 Diferentes formas de fracturas específicas; a) fractura de mariposa; b) fractura de parada; y c) fractura de Colle (modificado, por Byers 2002)

Fig.3 Formas diferentes de fracturas. Las flechas indican la dirección de la fuerza (por Herrmann et al. 1990)

En la figura 3 se identifican diferentes **formas típicas de fracturas**:

a) Fractura causada por cuchillos

b) Fractura de flexión

c) Multi-fracturado

d) Fractura transversal

e) Fractura de torsión

f) Fractura inclinada

g) Fractura de compresión

h) Destrucción de la estructura interna

i) Patrón de la entrada de un proyectil

j) Patrón de la salida de un proyectil

También es posible encontrar artefactos, por ejemplo por presión de la tierra, carnívoros, robos, entierros secundarios, excavación o preparación, los cuales se deben diferenciar de los traumas propios. La diferencia se puede observar en los bordes, los cuales en las fracturas vitales están del mismo color que el resto del hueso pero en los artefactos son más claros.

Las influencias mecánicas en general representan la mayor causa de los daños óseos. Se diferencian las influencias que provocan los traumas afilados, traumas obtusos o traumas de proyectiles.

Según el hueso, sea cortical o esponjoso, las fuerzas provocan deformaciones óseas de tipo estático o plástico (ver figura 4).

1)

2)

3)

a) b)

Fig. 4 Deformación a) estática y b) plástica

El hueso mismo es viscoelástico, que significa, que las deformaciones dependen de la velocidad y el estrés. En fracturas provocadas por proyectiles se encuentran más líneas de fracturas y menos deformaciones plásticas

1.3. Traumas afilados

Los traumas afilados resultan usualmente de cortes con armas blancas (por ejemplo: machete, cuchillo, punzón para romper hielo, espada, hacha, sierra o flecha) o herramientas punzocortantes. Las armas blancas suelen estar constituidas por una lámina metálica, con filo en uno o más de sus bordes, y la cual puede terminar en un extremo agudo. En otros casos consisten en un objeto cilíndrico o prismático con un extremo puntiagudo.

Técnicamente, los traumas filosos son consecuencia de compresión o cizallamiento aplicado en forma dinámica en un foco estrecho, lo cual resulta en discontinuidades como perforación, incisión o división. Adicionalmente, los traumas afilados incluyen líneas de fractura, fracturas de bisagra y/o pérdidas.

Generalmente, el patrón de un corte causa marcas en forma de “V” con bordes lisos y planos. La profundidad sube con la dirección del corte. En casos de separación de la continuidad de los huesos, los instrumentos provocan surcos típicos. En estos casos, las discontinuidades y desplazamientos son mucho más frecuentes que las líneas de fractura.

1.3.1. Efectos de instrumentos afilados al esqueleto

Al aplicar una fuerza compresiva por un instrumento afilado, el hueso muestra una herida en el punto de impacto. Estas discontinuidades varían por la dirección de la fuerza aplicada entre las perforaciones (dirección vertical o casi vertical, por ejemplo por un punzón para romper hielo o cuchillo), incisiones con defectos más largos que anchos (dirección a través de la superficie) o divididos (fuerza dinámica aplicada verticalmente por instrumentos pesados con hoja larga, por ejemplo: machetes o hacha).

Al lado de estos efectos mencionados, se pueden encontrar más consecuencias de la aplicación de fuerza filosa, como líneas de fracturas, las cuales aparecen como líneas radiantes en perforaciones, iniciando en el punto de impacto. Además, en huesos frescos ocurren fracturas de bisagra por traumas filosos. Los segmentos de la bisagra pueden ser pequeños por instrumentos livianos (cuchillo) que causan perforación o grandes por instrumentos pesados (hacha) que producen divisiones. Otro efecto de fuerza afilada en los huesos frescos sería la compresión que causa la expansión de tejido duro alrededor del impacto.

Además se pueden encontrar estriaciones en la pared de la herida primaria. Estas líneas corren paralelas a la dirección de la fuerza aplicada y son dependientes del tamaño del instrumento. El efecto final es la perdida de fragmentos separados del hueso. Se puede encontrar pérdidas en todas las formas de fuerza filosa, aunque es más común en divisiones causadas por instrumentos pesados.

Considerando esta información se pueden identificar ocho características generales de fuerza afilada para determinar los atributos del instrumento causativo:

- Sección transversal
- Forma
- Anchura
- Profundidad
- Longitud
- Estriación
- Líneas de fractura
- Fractura bisagra
- Pérdida

Las primeras cinco son características de la herida primaria, las demás ocurren directamente circundantes.

La siguiente tabla resume estas ocho características en correlación con los tres tipos de heridas.

Tabla 1 Características de heridas diferentes resultado por trauma afilado

característica	cerforación	incisión	división
sección transversal	estrecha / ancha	estrecha / ancha	ancha
anchura	forma de V	forma de V	forma de V
profundidad	poca / media	poca / honda	media / honda
longitud	como anchura	corta / larga	corta / larga
estriación	vertical	horizontal	vertical
líneas de fractura	a veces presentes	usualmente ausente	usualmente ausente
fractura de bisagra	a veces presente	usualmente ausente	a veces presente
perdidas	mínima	mínima	significante

1.3.2. Análisis de las heridas causadas por fuerzas afiladas

El antropólogo analiza las heridas causadas por fuerza filosa para obtener información sobre el implemento causativo y su método de entrega. Por eso, se describe y analiza la herida en base de las siguientes categorías:

- Descripción de la herida: se describe el tipo (perforación, incisión, división), líneas de fractura, tamaño (longitud, anchura, profundidad) y también la ubicación en el esqueleto
- Características del instrumento: se determina el tipo (punzante, cortante, tajante) y el tamaño (características de la hoja: longitud, anchura y perfil –liso, dentado o serrado-, filo). Se pueden identificar fácilmente las perforaciones por el punto de enfoque y los biseles interiores con líneas radiantes de fractura. Por el contrario, las incisiones causadas por instrumentos con hoja estrecha y larga producen depresiones en forma de una V. Finalmente, las divisiones indican el uso de instrumentos como machete o hacha
- Dirección de la fuerza: se puede determinar la dirección en base de la descripción y ubicación de la herida. En casos en que se encuentran heridas en pareja, se puede determinar la dirección por el hecho de que los orificios de entrada son más grandes que los de salida (en traumas de proyectiles es al revés)
- Cantidad de los eventos traumáticos: se cuentan las heridas primarias separadas como puntos de impacto
- Secuencia de los eventos: no es posible determinar la secuencia en traumas filosos porque usualmente no hay una manifestación de líneas de fractura

En el contexto de decapitaciones se debe analizar la base del cráneo, los procesos mastoides y también la mandíbula y las cervicales.

Tabla 2: Morfología de la heridas por arma blanca

característica	incisas	contusocortantes	punzocortantes	punzantes
forma	elíptica	elíptica	“en pececito”	circular, triangular
bordes	lineales	lineales, equimóticos	lineales	anillo de contusión
extremos	cola de entrada: profunda y corta; cola de salida: superficial y larga	agudos	uno agudo y otro en escotadura	no hay
profundidad	piel, panícula y vasos superficiales	hasta músculo: en miembros, hasta hueso inclusive; fondo regular	cavidades y órganos profundos	cavidades y órganos profundos
paredes	no hay	lisas, planas	lisas	lisas (conducto)
otras	colas iguales si es por filo de arma pesada			en miembros o cuello, a veces orificio de salida
hemorragia	externa	predominante externa	predominante interna	interna

1.4. Traumas obtusos

Son resultados de cualquier tipo de fuerza que tiene una área grande de impacto. Este tipo de trauma lo producen los instrumentos con bordes anchos o superficies redondeadas (piedras o mazos) y también se puede observar como consecuencia de accidentes de trafico o cuando las personas caen. Normalmente, los traumas obtusos resultan de compresión, flexión o cizallamiento cuando se ha aplicado fuerza en forma dinámica sobre una área grande o estrecha. Los huesos afectados por traumas obtusos muestran en general discontinuidades y también líneas de fracturas. Además, son observables fracturas conminutas.

Varios instrumentos pueden causar traumas obtusos, como bates de béisbol, mazos, pedazos de madera, botellas de vidrio, palanquetas u otros objetos de metal, así como piedras. Los instrumentos estrechos necesitan menos energía que instrumentos anchos para causar fracturas obtusas. Adicionalmente, todas las superficies duras también pueden causar este tipo de fractura en accidentes, por ejemplo con o entre automóviles, en aviones, barcas, lanchas o ferrocarriles. Por esta variedad,

la descripción de las características es necesariamente general pero se usan los siguientes términos:

- Tamaño: se mide la impresión en el hueso para estimar la longitud del instrumento (larga o corta). Para la estimación de la anchura se distingue entre ancho y estrecho
- Forma: se distingue entre instrumentos con cortes transversales redondeados (bates, botellas) y angulados (palanquetas). Los últimos producen heridas con distintos bordes y pocas líneas de fractura
- Peso: normalmente se puede identificar entre las categorías liviano o pesado. Instrumentos livianos, dejan huellas mas pequeñas con menos líneas de fractura que los pesados

Pero no todas las fracturas obtusas resultan de instrumentos que se puede identificar. En varios casos no se logra una descripción propia pero se trata distinguir entre golpes y colisiones accidentales.

Los instrumentos obtusos producen fracturas simples o conminutas mientras que las heridas causadas por superficies obtusas dependen a la estructura propia del hueso; el cráneo reacciona diferente que los huesos largos o las costillas, y los huesos gruesos se quiebran en diferente manera que los huesos débiles.

1.4.1. Efectos de las fuerzas obtusas en el esqueleto

Según investigaciones, cuando se aplica fuerza obtusa al cráneo, éste se quiebra en distintas etapas. Primero hay una impresión o flexión hacia adentro en el punto de impacto y flexiones hacia afuera y al lado. Con más fuerza inician líneas de fractura en varios sitios de la superficie exterior y corren medial y lateral construyendo líneas de fractura radiantes. Con fuerza suficiente para penetrar el cráneo ocurren fracturas concéntricas alrededor del impacto. La superficie exterior está bajo compresión y la interior bajo tensión, donde inician las líneas de fractura y siguen hacia fuera. Pero en hueso frágil (personas seniles) la fuerza causa la formación de un pedazo que se quiebra por las dos tablas. Otra situación se da con el hueso trabecular débil. En este caso, solamente la diploe se aplasta por la fuerza, formando una fractura impresa en el punto de impacto. Cuando la tabla interna esta más frágil que la tabla externa, la fuerza de tensión provoca pedacitos en la tabla interna (ver figuras 5 y 6).

Fig. 5 Flexión en el impacto con fracturas proporcionales laterales a este punto (modificado, por Byers 2002)

Fig. 6 Fracturas características de traumas obtusos en el cráneo; a) flexión hacia adentro con fractura; b) formación de un pedazo en hueso frágil; c) aplastamiento de la diploe, d) aplastamiento de la tabla interna (por Byers 2002)

Al describir fracturas obtusos de la cara, **LeFort** (figura 7) distingue entre diferentes tipos de fracturas:

Fig. 7 Traumas tipo LeFort; a) separación de la parte alveolar del maxilar como resultado de un golpe frontal o del lado a la cara inferior; b) separación de la cara media del cráneo resultando de un golpe anterior a la cara; c) separación de la cara entera del cráneo resultando por un golpe central a la parte superior de esta área (por Byers 2002)

En realidad, los forenses no encuentran estas formas propiamente, sino mezcladas.

Además se pueden observar fracturas de anillo ("ring fractures") que se localizan en la base del cráneo (ver figura 8). Esta forma especial resulta cuando se empuja el cráneo contra la columna vertebral (por caer sobre el cráneo o sobre los pies) o se arranca el cráneo de la columna. Se identifica la dirección de la fuerza por el biselado (embudo). En caso de biselados mediales se estima que las partes (cráneo y columna) estaban apretadas contra sí mismas (compresión), mientras que el biselado hacia afuera indica que el cráneo era arrancado (tensión). Las fuerzas débiles solamente afectan el occipital pero las fuerzas más fuertes siguen hasta la parte petrosa del temporal y terminan en la silla turca, rodeando el foramen magnum.

Fig. 8 Fracturas en la base craneal; a) fractura de anillo en la base del cráneo; b) biselados en fracturas de anillo con bisel hacia fuera (a) indicando tensión y bisel hacia adentro (b) indicando compresión

Otras formas de fracturas en el cráneo se localizan en la mandíbula (cuerpo, ángulo, cóndilos, rama, proceso coronoideo) o el cigomático (suturas, arco).

En huesos largos, los instrumentos obtusos usualmente producen compresión y flexión, que provocan fracturas simples sin líneas de fractura. Las fracturas completas son más comunes en comparación con las infracciones, con la excepción de las fracturas de tallo verde en subadultos. Pero también ocurren fracturas conminutas con líneas de fractura cuando la energía es suficiente para destrozar la corteza de los huesos.

Las costillas se rompen en maneras distintas en sus cuerpos y los extremos anteriores. Generalmente, las costillas se quiebran de forma perpendicular a su eje longitudinal. En la pelvis las fracturas del pubis y de la cresta ilíaca son comunes y la fuerza obtusa provoca en la escápula la separación de los procesos (glenoideos, coronoides, coracoides).

1.4.2. Análisis de las heridas causadas por traumas obtusos

En el análisis de traumas obtusos, el forense tiene que describir completamente las heridas y las características específicas de las herramientas posibles. Esta información contiene el tipo y la extensión de la herida, así como aspectos del asaltante y el instrumento usado. Para obtener esta información se hacen observaciones sobre los siguientes asuntos:

- Descripción de la herida: todo la información posible sobre la ubicación de la herida en el esqueleto, el tipo de fractura, la cantidad de desplazamientos (completas – incompletas; simples – conminutas) y la presencia o ausencia de líneas de fractura (concéntricas – radiantes)
- Estimación del tamaño del instrumento: a veces imposible, aunque con huellas se le puede reconstruir más fácilmente
- Estimación de la forma: con la gran variedad de instrumentos probables esta estimación también es muy débil, aunque se puede reconstruir de las huellas la sección transversal (redondeado o angulado) y la configuración axial (redondeado, angulado)
- Estimación de la dirección: se describe la ubicación y la forma de la herida para estimar la dirección de donde vino la fuerza
- Estimación de la energía: se puede determinar la energía solamente en límites amplios porque está definida por velocidad y peso. Generalmente, las velocidades bajas y pesos livianos producen infracciones y velocidades altas o pesos pesados fracturas completas. Pero los instrumentos con secciones transversales estrechas provocan fracturas y mucha energía aplicada por un área amplio produce solamente infracciones
- Estimación de la cantidad: primero se buscan los puntos de impacto para estimar la cantidad mínima. Después, se examinan los extremos rotos para encontrar impactos repetidos. Se identifica golpes múltiples por las esquirlas (“flaking and knapping”) en los bordes de las fracturas. La dificultad es, que no todos los golpes dejan huellas en el hueso (poca energía, golpes en áreas sin material óseo) y además la identificación de golpes repetidos en el mismo impacto es difícil
- Estimación de la secuencia: Se buscan los finales en las líneas de fractura, para determinar si terminan naturalmente o en otras líneas. En base de esto se puede reconstruir la secuencia cuando se encuentra la línea que termina naturalmente

1.5. Traumas por proyectiles

Los traumas provocados por proyectiles tienen características de traumas afilados y también de traumas obtusos.

Cuando proyectiles como flechas, lanzas o balas con alta velocidad chocan con el hueso, lo penetran y dejan una apertura en forma de un embudo (bocina). La apertura mayor está ubicada en el lado de la salida del proyectil. Generalmente, los proyectiles provocan discontinuidades completas con desplazamientos y también líneas de fracturas. La dirección de la fuerza resulta en compresión del hueso, aunque algunas balas provocan flexión. Las balas chocan el hueso en forma dinámica con foco ancho. Las fracturas y las aperturas causadas por proyectiles están acompañadas por grietas.

La información óptima que puede dar el antropólogo forense en base de los traumas de proyectiles contiene el tipo de arma, características del proyectil, ubicación del arma en relación a la víctima, la secuencia de las heridas y además las características individuales (lateralidad, estatura) del asesino.

Generalmente se puede distinguir entre **tres tipos de armas de fuego**:

- Pistola con balas
- Fusil con balas
- Escopeta con perdigones

El complejo de armas de fuego y munición es bien amplio, por lo que hay una variedad de todo tipo, que causa diferentes modelos de heridas. Por eso, se sistematizan las siguientes características de proyectiles:

- Tamaño (diámetro; se mide el calibre en cien partes de pulgada), los mas comunes son 10, 12, 16, 20, 28 y 410 (i.e. 0,410 pulgadas)
- Construcción (forma, perfil: afilada, obtusa o hundidos que deforman más; composición interna: sólido o compuesto que explota en contacto; cubierta: presencia por ejemplo “full metal jacket” que reduce la deformación de la bala o ausencia)
- Velocidad (cuando los proyectiles chocan) de balas o perdigones que tiene el impacto mayor en las heridas a causa de energía cinética – funciona entre velocidad y peso de la bala); en general los fusiles producen la velocidad más alta de las balas

1.5.1. Elementos básicos de balística

Durante su vuelo, las balas giran por su eje longitudinal. Para estabilizar el vuelo, tienen grietas espirales (“rifling”) cortadas en su superficie interna. Al perder energía la bala va a dar vueltas sin estar en su eje longitudinal. Al chocar en esta forma, causa heridas no circulares. Las heridas no circulares también resultan cuando el proyectil encuentra el hueso no-perpendicular. Al penetrar el hueso la bala deja una herida de entrada y al salir deja una apertura de salida.

A partir de las aperturas (entrada / salida) se forman líneas radiantes o concéntricas de fracturas. Finalmente, el hueso puede romperse en partes diferentes y parece como resultado de una explosión.

Fig. 9 Forma de embudo en la herida del hueso causado por un proyectil

Cuando un proyectil está perforando el material óseo, como expuesto en figura 9, lo deforma, dependiendo del tipo de bala. La deformación causa un hoyo de entrada y la apertura interna parece en forma de un biselado (embudo) con el orificio menor en la entrada. Además, se pueden distinguir tres tipos de **biseles**:

1) Adentro (en vista de entrada de la bala) con la apertura exterior menor que la apertura interior

2) Afuera (en vista de salida de la bala) con el orificio interior menor que la apertura exterior

3) Al reverso con embudos en la dirección contraría de la entrada o salida

La **forma** de la herida se puede determinar en las siguientes categorías:

- Redondo con perfil circular: resultando de la entrada recta. En heridas de entrada son raras las formas redondas, se asocian con balas cubiertas
- Óvalo con perfil elíptica: resultan de entradas inclinadas. También se puede encontrar estas formas más frecuentemente en orificios de entrada. En orificios de salida hay una correlación con balas cubiertas
- Hoyo de cerradura con perfil circular arriba y triangular abajo: causada por proyectiles con poca penetración. La herida de entrada es redonda con embudo adentro y la herida de salida es de forma triangular con embudo afuera
- Irregular sin perfil determinado: resultados de balas que destrozan los huesos

Los patrones más importantes, responsables del **tamaño** de la herida, son el tipo de la herida (entrada, salida) y las características de los proyectiles (calibre, construcción, velocidad). Generalmente las heridas de la salida son más grandes que las heridas de la entrada. También los calibres más grandes causan heridas más grandes y balas

con puntas obtusas provocan heridas más grandes que aquellas con puntas filosas. Además la densidad del hueso está en correlación con el tamaño de la apertura. Entre más denso el hueso, más se deforma la bala, causando orificios más grandes que su propio calibre. (Pero se podría encontrar orificios más pequeños que el calibre, causados por la elasticidad del hueso).

Con energía más fuerte se construyen líneas de fractura de diferentes formas en el cráneo: radiantes y concéntricas. Las líneas radiantes tienen su origen en el punto de impacto. A partir de este punto las líneas se distribuyen según el modelo de debilidad. Al encontrar forámenes, suturas u otras líneas, pierden su energía y paran normalmente. Las líneas concéntricas resultan de presión intercraneal. En los huesos largos se puede distinguir entre líneas de fractura en forma de mariposa o irregulares. La forma típica de mariposa aparece, cuando la bala encuentra la diáfisis y son bilaterales en caso de perforación del centro del hueso.

1.5.2. Análisis de heridas causadas por balas

Tomando en cuenta lo dicho anteriormente, se puede recolectar información sobre el tipo de arma y la relación a la víctima en base de las heridas. Pero a causa de la variedad y cantidad de las armas, el antropólogo forense debe hacer declaraciones en términos generales.

El primer paso es la **descripción de la herida** incluyendo:

- Localización (hueso, lado, dirección)
- Tamaño (mediciones, se busca el diámetro mínimo)
- Forma (descripción: redondo, oval, irregular)
- Líneas de fractura (radiantes, concéntricas, forma de mariposa, irregular)
- Otras características relevantes (como embudos)

En base del tamaño de las aperturas de entrada se puede hacer una **estimación del calibre** de las balas y por eso también del arma. Se distingue entre calibres pequeños (0,22-, 0,25-, 0,30- y 0,32 de pulgada) y calibres grandes (más que 0,32 de pulgada). A veces las balas producen orificios más pequeños que sus diámetros propios.

Tabla 3 Correlación entre el calibre y el tamaño del orificio en cráneos (por Byers 2002)

calibre	muestra	promedio del tamaño de las heridas	rango del tamaño de la herida	
			min	max
0,22	37	0,27	0,22	0,45
0,25	5	0,26	0,24	0,30
0,32	6	0,34	0,26	0,43
0,38	25	0,43	0,34	0,69

Para la **estimación de la construcción de la bala** lamentablemente faltan investigaciones estandardizadas. Por eso hay un rango de especulación en este asunto. Pero a causa de características específicas se pueden reconstruir claves, porque los proyectiles con puntas desafiladas o hundidas astillan los huesos en la parte de salida. Los proyectiles cubiertos no se deforman tanto y por eso no hacen pedazos en el hueso. Pero se toma en cuenta que los proyectiles de alta velocidad también destruyen el hueso en forma de esquirlas. En conclusión, un orificio de salida grande e irregular con fracturas múltiples indica un proyectil obtuso o de alta velocidad. Por el contrario, un orificio de salida sin esquirlas es provocado por un proyectil cubierto. Se toma en cuenta que las declaraciones en este sentido son hipotéticas.

La **estimación de la velocidad** solamente se puede describir en términos relativos como baja o alta. Las bajas velocidades son correlacionados con pistolas, mientras las de alta velocidad con fusiles o escopetas. Además, balas de alta velocidad producen fracturas radiantes y concéntricas y también producen pedazos (esquirlas) en el cráneo. Con el análisis de la herida se puede llevar a cabo la **estimación de la dirección** de la bala. Los orificios redondeados indican el eje perpendicular del arma y heridas ovales de la herida de entrada muestran una posición angulada. Cuando se encuentra ambas - las heridas de entrada y salida - se les puede unir con un palillo de madera para reconstruir la dirección.

Para la **estimación de la secuencia** se distinguen primero las aperturas de entradas y salidas y después las líneas radiantes y concéntricas. Se tiene que seguir en las líneas radiantes de sus centros hasta los términos. Cuando se puede encontrar el término en otra línea radiante, significa que esta herida no era la primera. Al identificar una herida de entrada con líneas radiantes que no terminan en otras líneas, se ha encontrado la primera en la secuencia. Después se tiene que seguir en esta manera para estimar la secuencia correcta.

Al contrario que con el análisis de balas, la investigación de heridas causadas por perdigones se distingue solamente entre la dirección y el rango del fuego (distancia entre el arma y el blanco), que pueden determinarla los especialistas en balas. Los perdigones usualmente causan perforaciones en huesos delgados y muescas o hendiduras en huesos más gruesos. Por eso, las muescas o hendiduras indican la posición del arma.

Como regla general se puede establecer que proyectiles, afectando el cráneo o torax, causan la muerte del individuo. Entrando en el abdomen, brazos o piernas, también causan la muerte cuando no hay tratamiento.

Tabla 4 Morfología del orificio de entrada

planos	características generales	características especiales	
		disparo de contacto	disparo de corta distancia
piel	orificio propiamente dicho	signo de Puppe-Wergartner (región temporal)	tatuaje
	anillo de enjugamiento	signo de “boca de mina” de Hofmann (región frontal)	ahumamiento
	anillo de contusión		
ropa	orificio propiamente dicho	“deshilachamineto crucial” de Nerio Rojas	
		“signo de la escarapela” de Simonin	ahumamiento
		“signo del calcado” de Bonnet	
	anillo de enjugamiento (a veces)		
hueso	**en cráneo: bisel en tabla interna**		
	base menor cono truncado (signo de Bonnet)	**signo de Benassi (hueso temporal)**	
	fracturas irradian de él		
vísceras	pulmón: “halo hemorrágico”		
	bazo: laceración estrellada		

Tabla 5 Sistematización de traumas

tipo	cortante	contuso/ contundente	por PAF	cremación	curación
velocidad	lento	lento	rápido		depende edad / elemento
tipo	impactos radiante y/o concéntrico	impactos radiante y/o concéntrico (para a dentro)	orificio y bisel líneas radiantes y/o concéntricas (para a fuera)	disminución longitudinal, transversal; deformación	Inflación, callo, unión inicial, remodelación
caracte-rísticas	líneas rectas incisas, impacto con objeto afilado corte (no raspado) herida más larga que profunda: cortante; herida más profunda que larga: punzante	delaminación (rapturas), deformación plástica; impactos con suficiente energía producen a partir de las líneas radiantes las concéntricas; forma de herida no indica la forma del instrumento	fractura en material uniforme, bisel, fracturas preexistentes; balas siempre van en línea recta; fracturas van con 3000m por segundo	delaminación (rapturas), cambios en relación de temperatura	bordes redondeados, hueso nuevo
explosión	como heridas de proyectiles en todo el cuerpo				

1.6. Variados

Todas las fuerzas que no caben en las tres categorías anteriores se reúnen en variados. Aquí se puede incluir presión estática (estrangulación), presión dinámica generalizada como explosiones, fracturas de sierras o traumas causadas por químicos o calor. Generalmente, solo los primeros tres provocan discontinuidades completas con el desplazamiento del hueso y no muestran muchas líneas de fracturas.

Un caso especial de la fuerza representa la estrangulación, en la cual hay tres tipos: colgante - referido a la muerte causada por el cuerpo colgando y el cuello rodeado por una cuerda, conocido por ejecuciones en varios países y suicidio; ligadura -con una cuerda alrededor del cuello estando fijo por fuerza; y la forma manual cuando el asaltante rodea el cuello con sus manos. Hasta el momento de la muerte pasan aproximadamente 4 minutos, por eso esta forma es conocida como homicidio. El antropólogo puede a veces determinar estrangulación por la deformación o fractura del hioides, que se osifica con la edad, pero según las cifras siguientes, los hioides

completos no significan que no hubo estrangulación. En solo 8 % de muertes de estrangulación colgante y 11 % de ligadura se puede encontrar fracturas del hioides. Al contrario, se encuentra en 34% fracturas del hioides en estrangulaciones manuales. Otras causas de muerte resultan por influencia química que se puede determinar en laboratorios por el análisis del contenido en el hueso (substancias toxicas, ácidos, arsénico, uranio).

1.6.1. Trepanaciones

Se entiende por trepanación o trefinación la apertura intencional del cráneo por causa de tratamiento terapéutico, medicinal o mágico. Es probable, que la causa más común para practicar una trepanación fuera buscar el alivio de la presión sobre el cerebro causada por una fractura del cráneo. La apertura de la tabula externa casi siempre es más grande que la de la apertura interna. Según Brothwell (1987) es probable, que una de las primeras cirugías que realizó el hombre fuera en la bóveda craneal. Pruebas prehistóricas europeas datan hasta el mesolítico, otras son conocidas de las Américas, el Pacífico, África y Asia. Además, se practicaron dichas operaciones en épocas recientes en el Norte de África, América del Sur, Serbia, Melanesia y Polinesia (Aufderheide & Rodríguez-Martín 1998).

Se puede considerar, que había curación de la trepanación, cuando los borde del orificio presentan un aspecto redondeado y cuando los espacios diploicos de la tabla esponjosa interna que han quedado expuestos presentan señales de haber comenzado a cerrar o ya haber cerrado (Brothwell 1987). Definitivamente, no todos agujeros craneales son productos de trepanaciones. Fácilmente, se puede confundirse con traumas cortantes por ejemplo provocado por espadas o machetes, cortes durante el levantamiento o también por erosión selectiva u otros cambios tafonómicos. Además, la sífilis (ver capítulo 2.4.2. de este tomo) produce a veces agujeros semejantes al orificio de una trepanación curada. Figura 10 da una imagen sobre las variedades de las aperturas craneales intencionales.

Fig. 10 Tipos de trepanación; a) produciendo horadaciones en círculo y cortando por las divisiones entre horadación y horadación; b) cortando poco a poco un disco óseo con una herramienta de metal o de piedra; c) mediante cuatro incisiones que forman un rectángulo de hueso (por Brothwell 1987)

1.6.2. Fracturas no traumáticas

Además aparecen fracturas causadas por estrés fisiológico como resultados de la carga de la edad, por ejemplo en el caso de osteoporosis. Estas fracturas se llaman fracturas patológicas, fracturas de agotamiento, estrés o espontáneas y se ubican frecuentemente en las cabezas del fémur, las vértebras o los metatarsos (a causa de marchas) y resultan de sobre-uso.

1.7. Tiempo de la muerte

Para el contexto forense la pregunta del tiempo desde el trauma ocurrido es de gran importancia. Para la definición se usan tres categorías:

- Ante-mortem: traumas ocurridos antes del muerte con cura completa o parcial. Se observan porosidades cerca del trauma y bordes más redondeados después del proceso de curación (a partir de una semana)
- Peri o circun-mortem: traumas ocurridos en el tiempo de muerte sin señal de curación
- Post-mortem: traumas ocurridos después de la muerte

Las fracturas provocan reacciones biológicas de curación como el hematoma, que estabiliza los pedazos frágiles de los huesos. La siguiente reacción es la producción de fibras, las cuales también estabilizan el área afectada. El tercer paso es un callo, que es un engrosamiento del hueso como una reacción periostitica - hueso fibroso – (después de seis semanas desde la fractura). Las características de un callo son su forma irregular, superficie desorganizada y el levantamiento. Luego, estará substituido por hueso laminar con mayor densidad. Cuando los extremos no están fijados (muchas veces en las costillas) posiblemente se produce una articulación falsa.

En general, la curación se explica por la modificación en los bordes afectados, los cuales parecen más redondeados después de un tiempo desde la fractura. Además, aparecen porosidades en las areas fracturadas. Las lesiones de la superficie persisten por largo plazo.

Las fracturas peri-mortem son reconocidas por su respuesta de “hueso verde” (“green bone response”) cuando el hueso todavía esta conjunto en su matriz. Se pueden determinar cinco características distintas de traumas peri-mortem:

1) Bordes afilados (irregulares)

2) Bisagras

3) Líneas de fracturas en forma radiantes o concéntrica

4) Forma angulada de los extremos del hueso

5) Decoloración (hematoma)

Después del tiempo de muerte muchos factores influyen en los huesos y unos causan fracturas post-mortem. Debido a que la rama de la taxonomía aborda especialmente esta temática, se encuentra aquí solamente unas explicaciones breves.
El hueso seco se rompe de manera diferente, por ejemplo normalmente no se puede encontrar líneas de fracturas radiantes, fracturas de tallo verde o bisagras. En hueso seco las fracturas son en plano bajo y se puede distinguir colores más claros en los bordes.

1.8. Protocolo para la documentación de traumas

El tratamiento y la descripción estandarizada de traumas debería guiarse según la lista siguiente:

- Placas radiográficas
- Ubicación en el esqueleto y hueso
- Descripción de la forma del trauma
- Medición
- Tipo de trauma
  - Ante / peri / posmortem
  - Completa / incompleta / conminuta / tallo verde
- Líneas de fractura
  - Radiantes / concéntricas
- Conclusiones
  - Dirección
  - Secuencia
  - Trayectoria
  - Posición del asaltante y de la víctima
  - Órganos afectados
  - Distinguir artefactos
  - Causa de muerte?

2. Sistematización de paleopatologías

2.1. Introducción

La disciplina de la paleopatología trata las enfermedades y cambios degenerativos en épocas prehistóricas e históricas. Es una ciencia dinámica y relativamente joven; todavía no existen carreras universitarias, los expertos se califican a través del análisis de restos históricos en el contexto del estudio de la medicina (patología, medicina legal) o biología (antropología física, antropología forense).

Es evidente que una introducción al tema no puede sustituir una consulta con médicos, la toma de radiografías y su análisis o el estudio de libros de textos especializados como los de Aufderheide & Rodríguez-Martín (1998), Brothwell & Sandison (1967), Mann & Murphy (1990), Mann & Hunt (2005) Ortner (2003), Ortner & Putschar (1981), Steinbock (1967), Zimmermann & Kelley (1982) u otros.

Además, enfrentando una sistematización de las enfermedades que se observan en el material óseo humano, por su naturaleza debe restringirse a un acercamiento a las categorías utilizadas.

Los cambios patológicos observables en el material osteológico son el resultado de un desequilibrio en la resorción y formación ósea, debido al estrés mecánico, cambios en el sustento sanguíneo, inflamación del tejido blando o factores hormonales, nutricionales y metabólicos, entre otros. Pero generalmente, solo pocas enfermedades dejan huellas en los restos, y varias patologías se confunden con daños tafonómicos. La mayoría de las enfermedades descritas en los hallazgos arqueológicos no tienen que ver con la causa de muerte, pero si, con el modo de vida de las personas fallecidas (Mays 2002, White 2000).

La documentación de los síntomas de cada individuo analizado sirve para la reconstrucción de su historia de vida, así como la historia de enfermedades padecidas por las víctimas como plantea la osteobiografía. Signos inequívocos de ciertas enfermedades son escasos y debido a la variedad de factores no se pueden establecer siempre las razones por ejemplo del desequilibrio nutricional. Por ello, se combina la información del perfil bio-demográfico (edad, sexo, grupo étnico etc.) y de la arqueología (tiempo y lugar del entierro, objetos asociados etc.) disponible para llegar a conclusiones sobre el modo de vida en general y distribuciones especificas como diferencias entre grupos sociales, de edad o sexos.

Las investigaciones de los restos conservados se distinguen en métodos invasivos y non-invasivos, de lo cuales los non-invasivos no dañan el material (morfognóstica y rayos X en dos dimensiones, tomografía computarizada en tres dimensiones). Los cortes para la microscopia y el análisis histológico, así como las pruebas para el análisis químico o de biología molecular (ADN) cuentan al contrario como métodos invasivos, que necesitan al lado del conocimiento científico el equipo técnico del laboratorio.
En pocos casos se encuentran junto al material óseo, a veces en letrinas, coprolitos,

que son restos fecales conservados y sirven por ejemplo para reconstruir la presencia de parásitos. Generalmente, se conservan de mejor manera los dientes (para patologías orales consulta capítulo 1.5. del tomo VI) y los huesos como tejidos duros del hallazgo.

Adicionalmente, la paleopatología brinda aportes para la epidemiología, que analiza el desarrollo y la distribución de enfermedades con la finalidad de establecer, como vivieron y como murieron las personas (Mays 2002). En este contexto es indispensable definir los términos de la prevalencia y de la incidencia; según el Instituto Robert Koch, la prevalencia describe la probabilidad que una persona se enferme, explicado por la cantidad de personas enfermas dividido por la cantidad de personas bajo riesgo, que es la población. La incidencia es la cantidad de nuevos enfermos, dividido por la cantidad de las personas bajo riesgo al principio del estudio (Grupe et al. 2005).

2.2. Clasificación de enfermedades óseas

Mays (2002) mencionó, que cada enfermedad es única, pero para brindar un marco de discusión en este texto se clasifican las patologías según la manera de afección al esqueleto. Principalmente, sin tomar en cuenta el diagnóstico traumático (ver primera parte en este tomo), se distingue entre patologías congénitas y adquiridas; entre las últimas, el análisis paleopatológico enfoca en cambios degenerativos, enfermedades infecciosas, desórdenes metabólicos y circulatorios y neoplasmas (ver figura 11).

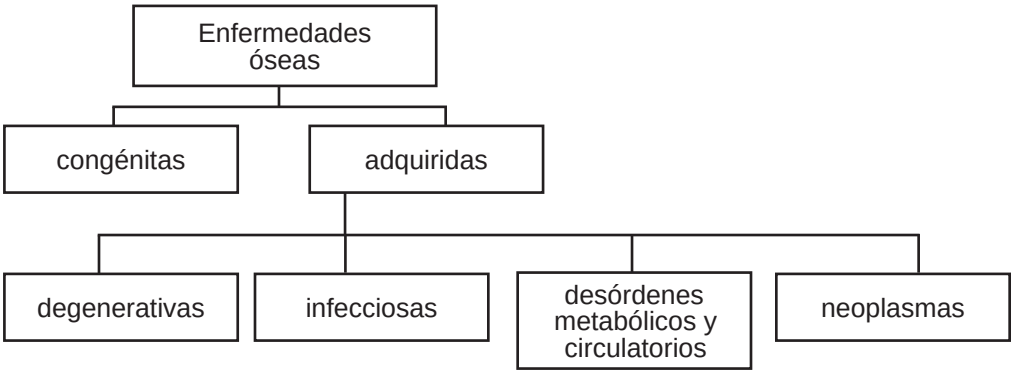


Fig. 11 Clasificación de enfermedades óseas (según Mays 2002)

Byers (2002) y Schwartz (1995) propusieron otra clasificación para diferenciar entre cuatro tipos de lesiones óseas, a saber

- Lesiones líticas o resorptivas, caracterizadas por pérdida de material óseo
- Lesiones proliferantes, por la deposición de material óseo
- Lesiones deformantes, que muestran cambios de la forma en el material óseo
- Lesiones erosivas

En los huesos, que se constituyen de minerales (colágeno y proteínas), calcio, fosfatos, carbonatos y agua, existen tres tipos de células, que efectúan el desarrollo óseo correspondiente:

- Osteoblastos, que producen material óseo (cambios proliferantes)
- Osteoclastos, que descomponen material óseo (cambios destructivos) y
- Osteocitos

Estímulos patológicos pueden romper el desequilibrio de las actividades osteoblasticas y osteoclasticas. Generalmente, se distingue entre la reducción del tamaño celular, definido como atrofia y el aumento del tamaño celular, denominado hipertrofia. La división celular debido a un proceso proliferante como consecuencia del aumento celular se llama hiperplasia, mientras la diferenciación de células que ocupan otras funciones (por ejemplo tumores) se caracteriza como metaplasma (Mann & Hunt 2005, Roberts & Manchester 1999).

Según Ortner (2003), las patologías óseas se expresan a través de anomalías de:

1) Formación ósea
2) Destrucción ósea
3) Densidad ósea
4) Tamaño óseo
5) Forma ósea

Cada expresión puede ocurrir aislada o en un conjunto con otras anomalías.

Según la ley de Wolff, la remodelación del hueso tiene lugar en las regiones, donde más existe estrés físico. En la figura 12 se presenta un esquema de las funciones principales de los huesos.

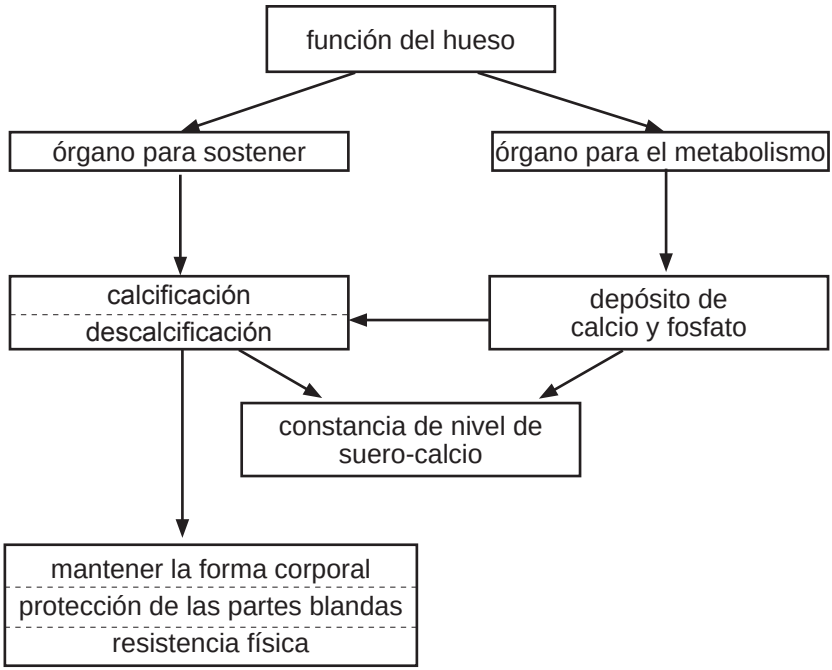


Fig. 12 Funciones de los huesos (según Adler 1983)

2.3. Patologías congénitas

Esta forma de patología está presente desde el nacimiento, o bien como resultado de un defecto genético o por problemas durante el embarazo. Su severidad varía desde no causar síntomas y la inconciencia del paciente por minusvalías hasta la incompatibilidad con la vida, como por ejemplo la malformación de la anencefalía, la ausencia de la bóveda craneal y del cerebro (Aufderheide & Rodríguez-Martín 1998, Mays 2002). De los niños nacidos con malformaciones sobreviven 54% el primer año (Roberts & Manchester 1999). Desde el punto de vista genético, se distingue tres categorías de desórdenes congénitos (Aufderheide & Rodríguez-Martín 1998):

1) Desórdenes de un solo gen

2) Desórdenes cromosomales

3) Desórdenes multifactoriales

Mermas físicas se observan en las siguientes enfermedades:

Displasia de la articulación de la cadera y sus secuelas
Con el término displasia se refiere a un crecimiento anormal en las articulaciones, debido normalmente a factores extrínsecos. Esta puede producir anormalidades secundarias como la luxación (dislocación), la subluxación (dislocación potencial de la cabeza del fémur), alteraciones artríticas, y la **coxa valga**, expresada en un ángulo del cuello femoral obtuso (más de 130^{0}) produciendo piernas en forma de una "X" y la **coxa vara** con un ángulo del cuello femoral agudo (menos de 120^{0}) dejando las piernas en forma de una "O" (Trellisó-Carreño 1996). En algunos casos, dichas displasias son genéticamente determinadas y siempre conllevan una disposición a procesos artropáticos (Brothwell 1981, Schultz 1988). Turkel (1989) observó, que las populaciones indígenas presentan con mayor frecuencia dislocaciones congénitas de la cadera en comparación con populaciones caucasoides. Obviamente, deformaciones óseas de otras articulaciones pueden ocurrir en el esqueleto.

Espondilosis
Una variación común del esqueleto axial es la confusión del arco nervioso con el cuerpo de la vértebra, preferiblemente en el área lumbar (ver figura 13), conocido como espondilosis (Byers 2002, Ortner 2003). Mann & Hunt (2005) establecieron la frecuencia de la espondilosis del 3% al 10% en la población adulta, con mayor incidencia en individuos subadultos. Como causa de la espondilosis se discuten displasias congénitas o traumas. La espondilosis ocurre con frecuencia especial en populaciones esquimales (Aufderheide & Rodríguez-Martín 1998). La espondilosis también fue documentado en esqueletos del contexto forense en Guatemala.

Una consecuencia clínica de la separación del arco vertebral del cuerpo puede ser la **espondilolistesis**, el movimiento del cuerpo hacia ventral o dorsal, saliendo de su posición anatómica originaria.

Fig. 13 Ubicación de la espondilosis en las vértebras (modificado, por Buikstra & Ubelaker 1994)

Espina bífida

Similar al fenómeno de la espondilosis en las vértebras, la espina bífida presenta defectos en el cierre de las láminas, que representarían la estructura de los arcos nerviosos en la columna vertebral y el sacro (Byers 2002, Ortner 2003). La falta de la fusión media puede afectar todas las vértebras. Esta enfermedad ocurre también en el sacro, donde puede causar la falta de fusión desde el arco del primer segmento hasta el quinto (apertura del canal sacral, ver figura 14). En los elementos inferiores del sacro, es decir en el cuarto y quinto segmento, la falta de fusión representa una condición normal o no-patológica, denominado **hiato sacral** (Buikstra & Ubelaker 1994).

Esta anomalía congénita causó una mortalidad infantil alta en épocas pasadas. Se ha encontrado esqueletos prehistóricos del Norte, Centro y Sur de América (Aufderheide & Rodríguez-Martín 1998). Actualmente, se estima la prevalencia para el primer segmento del sacro alrededor de 20% (Turkel 1989). La incidencia en populaciones recientes es de 1:400 (Roberts & Manchester 1999). Por ello, la presencia de la espina bífida como cuadro clínico no sorprende en casos forenses guatemaltecos.

Fig. 14 Espina bífida del sacro (modificado, por Mann & Murphy 1990)

Occipitalización del atlas

La occipitalización del atlas resulta de una fusión congénita completa o parcial del arco de la primera vértebra cervical (altas) con el occipital. Usualmente, la región posterior queda sin fusionar. Con una frecuencia de 1% a nivel global, esta condición es la anomalía más común a este nivel, conocida en yacimientos arqueológicos peruanos y estadounidenses (Aufderheide & Rodríguez-Martín 1998). La occipitalización del atlas también fue encontrado en esqueletos guatemaltecos del contexto forense.

Enfermedad de Klippel-Feil

El síndrome descrito por Klippel & Feil se expresa en la fusión congénita de dos o más segmentos vertebrales, particularmente en la región cervical, asociado con el acortamiento del cuello. 60% de los casos con individuos afectados por la fusión de las vértebras son vinculados con el cuadro clínico de la escoliosis o cifosis (fig 15). Espécimen con la enfermedad de Klippel-Feil fueron encontrados en los Estados

Unidos, el Perú y México (Aufderheide & Rodríguez-Martín, 1998, Ubelaker 1999).

Sacralización

Como resultado de una condición congénita puede fusionar el quinto lumbar parcial o completamente con el primer segmento del sacro. Se han observado la sacralización con una frecuencia de 6% en pacientes recientes (Mann & Hunt 2005). La sacralización fue diagnosticado asimismo en esqueletos del contexto forense guatemalteco.

Cifosis

La cifosis de la espina vertebral describe una condición patológica, en la cual la columna se inclina más de 40^0 hacia anterior, causada por una hemivértebra ubicada en la parte posterior de la espina (ver figura 15b) o defectos de los discos intervertebrales (Ortner 2003).

Fig. 15 Deformaciones de la columna vertebral; a) condición normal; b) cifosis; c) lordosis; d) escoliosis (por Mann & Hunt 2005)

Escoliosis

Parecido a la cifosis, la escoliosis es una enfermedad de la columna vertebral, con expresión de una curvatura lateral (ver figura 15d). Ésta es causada de igual manera por hemivértebras, que se ubican laterales al plano sagital de la espina (Byers 2002, Ortner 2003). Debido a los hallazgos escasos de elementos de la columna vertebral, la descripción de la escoliosis en épocas prehistóricas es rara. No obstante, Ortner (2003) informó sobre casos de escoliosis identificados en sitios precolombinos de Canadá y Chile.

Generalmente, los defectos del tubo neural descritos anteriormente son escasos en populaciones de Chile y Colombia (Turkel 1989).

La falta del cierre de elementos óseos puede causar varias cuadros clínicos, por ejemplo el **paladar hendido**, que se encuentra según Turkel (1989) en alta frecuencia en populaciones indígenas y en el cual se observa una hendidura del paladar y del maxilar, que causa dificultades severas en la lactancia materna con la consecuente taza alta de mortalidad. En populaciones recientes se observa una incidencia de 1:600 (Roberts & Manchester 1999) con mujeres predispuestas. El paladar hendido es documentado en esqueletos desde el Neolítico (Aufderheide & Rodríguez-Martín 1998).

Otras malformaciones esquelétales comunes se observan en las extremidades, como el **pie zopo** o pie equinovalgo, que imposible caminar (figura 16). Ésta malformación ocurre una vez en 1000 nacimientos recientes con una afección del doble en hombres en comparación con mujeres (Mann & Hunt 2005). Atribuciones prehistóricas son documentadas por ejemplo de Egipto (Brothwell 1981, Ortner 2003).

Fig. 16 Características del pie de zopo (por Mann & Murphy 1990)

Pseudoartrosis

Otras anomalías congénitas se presentan por ejemplo en la clavícula, cuando falla la fusión de la parte medial y lateral. Pseudoartrosis pueden resultar también de tensión muscular y/o cuando existen movimientos continuos entre los dos extremos de una fractura completa (Mann & Hunt 2005).

El desarrollo corporal principalmente está determinado en gran parte por la secreción de hormonas dentro de la hipófisis (glándula pituitaria) y la tiroides. Disfunciones endocrinas pueden provocar cambios esquelétales extremos. El **gigantismo** por ejemplo es resultado de la producción excesiva de la hormona somatotrófica y la sobre-

estimulación de los cartílagos del crecimiento durante la infancia. La estructura y las proporciones de los huesos son normales, pero con longitud excesiva (Aufderheide & Rodríguez-Martín 1998). Existen pocos hallazgos del gigantismo en la literatura paleopatológica; sin embargo, un esqueleto polaco que data entre el siglo XI y IVX exhibe las características típicas (Ortner 2003).

La **acromegalia** resulta también del hiperpituitarismo (producción excesiva de la hipófisis), pero en el tiempo después de la fusión epifisial, es decir, es una enfermedad de adultos que afecta, sobre todo, en el cráneo y ahí los arcos superciliares, los senos frontales, el alargamiento de la cara (ver figura 17). En el poscráneo, la acromegalia afecta las manos y los pies. Su expresión dramática se presenta en el crecimiento del cóndilo mandibular, que resulta en la prolongación y distorsión del maxilar inferior. Según Aufderheide & Rodríguez-Martín (1998), todos los huesos exhiben engrosamiento y son largos; se observa el prognatismo mandibular, la prominencia de la nariz y de los huesos faciales y cambios degenerativos en las articulaciones. Esqueletos acromegálicos fueron documentados en Egipto, asimismo en sitios precolombinos estadounidenses, entre otros (Ortner 2003).

Fig. 17 Cráneo acromegálico en a) vista lateral; b) en vista vertical (por Brothwell 1981)

El enanismo tiene varios factores; la **acondroplasia** o condrosistrofia fetal, una forma especial del enanismo, tiene causas genéticas, y se manifiesta en la reducción del tamaño de las extremidades, conocido desde los hallazgos egipcios (Brothwell 1981, Turkel 1989). En populaciones recientes se observa una incidencia de 1:100.000 (Roberts & Manchester 1999). El tronco y la bóveda mantienen casi su proporciones originales, mientras la cara está reducida (White 2000). Los huesos largos de los acondroplásticos se distinguen por su crecimiento deficiente y su notable grosor en relación a la longitud. El esplacnocráneo exhibe el caballete de la nariz deprimido y achatado (ver figura 18). También se puede observar manos cortas y anchas y piernas arqueadas, defectos de la curvatura de la columna vertebral y pechos reducidos y aplastados (Brothwell 1981). Según Aufderheide & Rodríguez-Martín (1998), la acondroplasia es el modelo clásico de enanismo con extremidades cortas, especialmente el fémur y el húmero. En Egipto por ejemplo, la acondroplasia

llamó la atención especial en las épocas tempranas. Varios casos precolombinos estadounidenses fueron documentados por Ortner (2003).

Fig. 18 Cráneo acondroplástico en a) vista lateral; b) en vista vertical (por Brothwell 1981)

Existe también la forma del **enanismo pituitario**, debido al hipopituitarismo, la deficiencia de hormonas del crecimiento. Gran parte de los enanos se diferencian de los acondroplásticos por poseer cuerpos pequeños, pero normalmente proporcionados. Se los puede identificar por el tamaño corporal y la lividez ósea (Brothwell 1981). Aufderheide & Rodríguez-Martín (1998) resumieron los cambios esqueletales del enanismo pituitario con la estatura baja, extremidades proporcionados al tronco, segmentos corporales superiores e inferiores proporcionados, centros de osificación atrasados, fusión epifisial atrasada y huesos gráciles de estructura normal. El enanismo pituitario fue encontrado entre otros en esqueletos indígenas arqueológicos peruanos y estadounidenses (Ortner 2003). La figura 19 visualiza el cráneo de un enano.

Fig. 19 Cráneo de un enano en a) vista frontal; b) en vista vertical (por Brothwell 1981)

Hidrocefalia

El fenómeno de la hidrocefalia no siempre es de origen congénito. Se expresa en el aumento de la bóveda craneal en todas direcciones, adquiriendo una forma marcada de globo, debido a la acumulación anormal de líquidos (Aufderheide & Rodríguez-Martín

1998). Las suturas craneales se separan y cuando el proceso de la enfermedad se detiene, huesos wormianos contribuyen a rellenar los vacíos suturales y uniendo con los huesos adyacentes. Dicho incremento del tamaño craneal puede confundirse con los efectos debidos al raquitismo o de la anemia (ver capítulo 2.4.3.), que producen un aumento del grosor del cráneo, mientras la hidrocefalia conlleva una disminución del grosor de los huesos craneales (Brothwell 1981). Según Ortner (2003), se puede observar cráneos hidrocefalicos estadounidenses desde 10.000 a.C.

La **microcefalia**, al contrario, se refiere a cráneos generalmente pequeños con capacidades craneales inferiores de 1.000 cm^3 (Brothwell 1981). Usualmente, la microcefalia resulta de un fallo del desarrollo del cerebro (Aufderheide & Rodríguez-Martín 1998).

Acrocefalia
La acrocefalia se expresa en una forma craneal anormal (ver figura 20) con bóveda alta y corta, parecida a una torre. Su causa todavía no está establecida, aunque se discuten factores genéticos o consecuencias de lesión y enfermedad. No cabe duda, que el ambiente postnatal ha podido perturbar profundamente el desarrollo de la bóveda craneal. El trastorno se determina principalmente en el crecimiento anormal de la sutura coronal, donde tiene lugar una fusión prematura, sin excluir las demás suturas. Por ello, la bóveda no alcanza su longitud normal y se produce un crecimiento compensatorio hacia superior. A veces se observa en conjunto con la acrocefalia deformaciones de las manos y de los pies (acrosfenosindactilia).

Fig. 20 Cráneo con acrocefalia en a) vista frontal; b) en vista lateral (modificado, por Mann & Murphy 1990)

Además existen otras formas de malformaciones craneales, debido por ejemplo a la obliteración temprana de la sutura sagital, coronal o lambdoidea. Las **craneosinostosis** describen la fusión prematura de las suturas craneales como proceso normal, ocurriendo en un tiempo anormal temprano que produce una forma craneal específica. La fusión prematura de la sutura sagital se denomina **escafocefalia** y resulta en una forma

craneal larga y estrecha, conocido en especimenes de las Américas (Estados Unidos, México) y otros partes del mundo (Aufderheide & Rodríguez-Martín 1998). También cráneos escafocefálicos fueron hallados en el contexto forense en Guatemala.

Otras imágenes de la malformación craneal presentan la **plagiocefalia**, producto de obliteración asimétrica de las suturas craneales, la **trigonocefalia** con la sinostosis prematura de la sutura metópica y la **oxicefalia** en la cual las suturas lambdoidea y/o coronal obliteran de forma prematura (Aufderheide & Rodríguez-Martín 1998).

Descripciones de varias otras anomalías congénitas como hiperostosis, hipostosis y variaciones de las facetas articulares, pueden ser consultadas en el capítulo 5. del tomo V de esta serie de antropología forense.

2.4. Patologías adquiridas

2.4.1. Enfermedades degenerativas

Es un subconjunto de enfermedades crónicas, que afectan el esqueleto por años o décadas. Varias de estas enfermedades no amenazan la vida del individuo, y a veces se encuentran en estado de curación, indicando la recuperación del paciente (Mays 2002).

Sin duda, la edad constituye un factor importante en el contexto de las enfermedades degenerativas, y varias modificaciones óseas pueden ser la consecuencia del deterioro por desgaste debido al aumento del peso corporal o la falta de movimiento físico en general (Brothwell 1981).

En total, se han observado más de 250 enfermedades de las articulaciones (artropatías) causadas por varias factores, pero menos de diez artropatías específicas fueron identificadas en esqueletos de sitios arqueológicos (Mays 2002, White 2000).

Generalmente, las artropatías resultan en ambas, la formación y la destrucción ósea, y se clasifican las patologías según la dominancia del proceso; proliferante o erosivo. No cabe duda, que las artropatías erosivas son raras en comparación con las proliferantes (Mays 2002). Schultz (1988) propuso para su descripción una escala de seis categorías según severidad para la documentación de los cambios en las articulaciones grandes.

Osteoartritis
Es el proceso degenerativo, no inflamatorio, que presenta una artropatía proliferante, afectando el cartílago de las articulaciones, especialmente en la rodilla, la región pélvica y la columna. Se describe la osteoartritis como la enfermedad articular degenerativa (EAD, “Degenerate Joint Disease, DJD”), generalmente determinada por causas mecánicas. Durante el desarrollo de la osteoartritis se observan tres cambios óseos principales (Mays 2002, White 2000), a saber:

1) Porosidad de la superficie de la articulación
2) Osteofitosis o labiación, producción de crestas en la articulación
3) Eburnación, como resultado de la abrasión física con el movimiento hueso sobre hueso (ver figura 21)

Fig. 21 Cambios osteoartriticos; a) porosidades (por Herrmann et al. 1990); b) osteofitos (por Roberts & Manchester 1999); c) eburnación (por Czarnetzki 1996)

Las características radiográficas y clínicas de la osteoartritis en pacientes fueron listados por Aufderheide & Rodríguez-Martín (1998) y Mann & Hunt (2005):

1) Reducción del espacio articular, pérdida del cartílago
2) Remodelación ósea con presencia de osteofitos
3) Contorno óseo alterado
4) Esclerosis subcondral y quistes con tamaño de menos de 1 cm
5) Calcificación periarticular
6) Eburnación y pulido debido al contacto hueso sobre hueso
7) nflamación del tejido blando

Según Roberts & Manchester (1999), la esclerosis cuenta también como proceso característico dentro de la osteoartritis. Se define la esclerosis como la condensación de los huesos, después de la destrucción de los cartílagos.

La fusión de elementos óseos (anquilosis) cuenta como característica adicional de la osteoartritis (Ortner & Putschar 1981, Schwartz 1995).

La mayoría de los individuos mayores de 60 años exhiben los cambios degenerativos descritos anteriormente (Ortner 2003), como se puede ver en la tabla 6. Los cambios degenerativos están especialmente ubicados en las vértebras dorsales inferiores y las lumbares, descritos como espondilartosis deformante (ver abajo), en la rodilla, conocido como coxartrosis o en la cintura escapular, denominado omartrosis (Brothwell 1981, Herrmann et al. 1990, White 2000). Sin embargo, la osteoartitis afecta también la articulación sacro-ilíaca, temporo-mandibular (ver capítulo 1.5. del tomo VI) , la cadera, el pie, el codo, la muñeca y la mano (Aufderheide & Rodríguez-Martín 1998). Ortner (2003) informó sobre la alta frecuencia de la osteoartritis en esqueletos esquimales. Además, se han encontrados esqueletos peruanos con la afección alta en la articulación del codo. En hallazgos forenses guatemaltecos, los cambios osteoartriticos son comunes, particularmente en individuos mayores y personas expuestas al estrés físico extraordinario.

Tabla 6 Prevalencia de la osteoartritis (según Ortner 2003)

década	rodilla	dedo grande	cadera	hombro	codo	acromio-clavicular	estérno-clavicular
4.	1.0	0	0	0	0	0	0
5.	0.8	0	0.8	0	0	0.8	0
6.	2.6	7.9	0.7	0.7	1.3	1.3	0
7.	12.0	13.7	2.7	2.6	5.2	9.6	1.1
8.	33.3	18.2	12.2	9.7	10.5	12.3	1.5
9.	39.3	24.6	16.7	15.7	15.5	11.4	7.0

DISH

Otra artropatía proliferante es la hiperostosis difusa esquelética idiopática (DISH por sus iniciales en inglés “Diffuse Idiopathic Skeletal Hiperostosis”); también conocida como enfermedad de Forestier. Normalmente, DISH es vista frecuentemente en individuos mayores, con más hombres afectados que mujeres en relación de 2:1 (Mann & Hunt 2005). Está caracterizada por gran cantidad de formación de hueso nuevo, particularmente en la columna vertebral, donde osteofitos pueden unir varios cuerpos vertebrales, preferentemente en la región de los dorsales, y ahí en la porción lateral. Concretamente, se observa la osificación agresiva de tejido blando, particularmente de los ligamentos paralelos a la columna vertebral (formación de sindesmofitos o endesmofitos), que ocurren con una frecuencia de 2,8% a nivel mundial, particularmente en individuos mayores de 40 años. Por lo tanto, las articulaciones cigo-apofisial y sacro-ilíaca no están involucradas (Schwartz 1995). Aunque la causa todavía no está establecida, DISH parece asociada con obesidad y diabetes (Mays 2002). Aufderheide & Rodríguez-Martín (1998) dieron una lista con las siguientes características de la enfermedad

- Fusión de al menos cuatro vértebras por puentes óseos antero-laterales de aspecto de cera, sin involucrar las articulaciones apofisiales
- Espacio de discos intervertebrales reducido
- Osificación del ligamento espinal anterior longitudinal
- Calcificación de ligamentos extraespinales e inserciones musculares
- Posible fijación de la articulación sacro-ilíaca mediante puentes óseos
-

En las Américas precolombinas, la frecuencia de DISH es baja con un aumento documentado en grupos sedentarios (Aufderheide & Rodríguez-Martín 1998, Ortner 2003).

Osteofitosis

La lesión proliferante más común ocurre en la cuerpos vertebrales y es conocida como osteofitosis, una labiación de los bordes en los cuerpos vertebrales, provocada por la degeneración de los discos intervertebrales, que causa la formación de osteofitos (ver figura 22). Los osteofitos se ubican frecuentemente en los elementos de la columna que exhiben la mayor flexión, es decir en la quinta y sexta cervical, la octava y novena dorsal y la cuarta y quinta lumbar. Dichos osteofitos son vinculados con la osteoartritis, así como la degeneración asociada con la vejez (Byers 2002, Mays 2002). Los cambios son progresivos con la edad y alcanzan 80-90% de la población mayor de 75 años (Aufderheide & Rodríguez-Martín 1998). La osteofitosis está documentada además en yacimientos forenses guatemaltecos.

Fig. 22 Formación de osteofitos hacia horizontal en cuerpos vertebrales (modificado, por Buikstra & Ubelaker 1994)

Espondilosis deformante

La disminución de la estructura ósea en las vértebras con fusión de los cuerpos adyacentes, expresada en la figura 23, es debido a la degeneración de los discos intervertebrales y conocida como **enfermedad de Scheuermann**, o espondilosis deformante, en la cual se presenta frecuentemente una cifosis y escoliosis de la columna vertebral (Herrmann et al. 1990). Sus características son la condensación del hueso compacto (esclerosis), la formación de osteofitos y la anquilozación localizada de los cuerpos vertebrales, sin involucrar la articulación cigo-apofisial o costo-vertebral. Frecuentemente, la espondilosis deformante afecta a las vértebras cervicales y lumbares en individuos femeninos y a las vértebras dorsales en hombres. Al contrario, la fusión en DISH (ver arriba) involucra generalmente a las vértebras dorsales (Schwartz 1995). La fusión de los cuerpos vertebrales fue encontrado en hallazgos forenses en Guatemala.

Fig. 23 Espondilosis deformante de la columna vertebral (por Mann & Murphy 1990)

Los **nudos de Schmorl** (ver figura 24), asociados a la espondilosis anquilosante y parecidas a lesiones líticas, son depresiones o cavidades en la tabla superior e inferior hacia el hueso esponjoso de los cuerpos vertebrales y resultan de defectos de los discos intervertebrales exprimidos (Ortner 2003, Schultz 1988). Los nudos pueden conformar una expresión especifica de la necrosis (ver abajo). Según Mann & Hunt (2005) son fenómenos comunes (2% hasta 76%) a nivel mundial. Aunque los cuerpos vertebrales en hallazgos arqueológicos y forenses sufrieron frecuentemente erosión u otros procesos tafonómicos (ver capítulo 1. en tomo VII), los nudos de Schmorl fueron diagnosticados en esqueletos de contexto forense en Guatemala.

Fig. 24 Nudo de Schmorl en el cuerpo vertebral (por Byers 2002)

Espondilartosis deformante

La espondilartosis deformante no afecta los cuerpos vertebrales, como la espondilosis deformante descrita arriba, sino las articulaciones intravertebrales. El cambio degenerativo de las articulaciones cigo-apofisial y costo-vertebral ocurre frecuentemente como consecuencia de la carga anormal de los cuerpos vertebrales provocada por la espondilosis deformante (ver arriba). La afección común se observa en las cervicales medias, así como en las dorsales superiores y lumbares. Dicha degeneración de las articulaciones está correlacionada con los procesos de la esclerosis (descrita arriba), la formación de osteofitos hasta la anquilización de los elementos individuales (Menninger & Waibel 1996). La espondilartosis deformante, en combinación con la espondilosis deformante, fue hallado en restos óseos del contexto forense en Guatemala.

Espondilitis anquilosante

La fusión y fijación de elementos de la columna vertebral, específicamente la formación de desmofitos (osificación de tejidos blandos conectivos como ligamentos espinales y tendones) o de la articulación sacro-ilíaca está determinada como espondilitis anquilosante o enfermedad de Marie-Strümpel. Es un proceso artropático crónico, progresivo, predominantemente erosivo, que ocurre en 90% de los casos en hombres con una incidencia de 0,1% en populaciones recientes (Aufderheide & Rodríguez-Martín 1998, Mann & Hunt 2005, Roberts & Manchester 1995). La enfermedad causa la producción de bloques óseos conocidos como la espina de bambú (ver figura 25) (Brothwell 1981, Mays 2002, White 2000). La anquilización completa de la columna vertebral se conoce como enfermedad de Bechterew. En casos extremos pueden fusionar también las costillas (Mann & Hunt 2005). En general, se han encontrado correlaciones entre la espondilitis anquilosante con diabetes y también la gota, descrita abbajo (Herrmann et al. 1990). Ortner (2003) documentó el cuadro clínico de la espondilitis anquilosante en casos de Egipto y de Nubia. También estableció la presencia prehistórica en las Américas y en esqueletos esquimales. Stewart (1966) observó la rareza de la espondilitis anquilosante en populaciones indígenas antiguas,

aunque Roberts & Manchester (1999) documentaron su yacimiento en Guatemala. En el contexto forense guatemalteco fue encontrado un caso de la anquilización de la articulación sacro-ilíaca.

Fig. 25 Espondilitis anquilosante de la columna vertebral (por Mann & Murphy 1990)

Gota

Gota es una artropatía con predominio de procesos erosivos en las pequeñas articulaciones de las manos y pies (Mays 2002). Ahí se encuentran depósitos de material yesoso, que al analizarlo resultará ser ácido úrico (Brothwell 1981). Se observa la gota más frecuente en hombres, y allí en las manos. Especialmente las falanges exhiben lesiones periarticulares (Aufderheide & Rodríguez-Martín 1998). Las causas de la gota aún no están determinadas, y hallazgos arqueológiocos de la enfermedad son escasos. No obstante, momias egipcias exhiben indicios de la gota, igual como hallazgos romanos históricos (Ortner 2003).

Artritis reumática

La artritis reumática, también una artropatía erosiva y crónica, está caracterizada por la reducción del espacio en articulaciones pequeñas, preferiblemente en las manos y los pies con labiación ósea y con poca frecuencia de fusión. Otros áreas predispuestos son las articulaciones grandes del codo, de la rodilla y del hombro. Afectando a niños, se denomina la patología enfermedad de Still. Se observa la afección bilateral simétrica en 2% de la población adulta en ambos sexos, aunque se han encontrado una predisposición en mujeres en relación de 3:1 a los hombres (Aufderheide & Rodríguez-Martín (1998). Ortner (2003) comentó la alta prevalencia en indígenas recientes. La enfermedad se expresa por el ataque del propio sistema inmunológico contra los cartílagos. En el suceso de la enfermedad se destruyen las articulaciones y los huesos rodeados parecen porosos. La remodelación ósea en los espacios de la articulación puede provocar una anquilosis (Schwartz 1995). En el contexto arqueológico, la artritis reumática es una artropatía poco frecuente, pero documentado desde el Neolítico (Brothwell 1981, Ortner 2003, White 2000). Sin embargo, su cuadro clínico es parecida a la osteoartritis (lesiones no líticas, ver arriba) y a la gota, descrita arriba con lesiones asimétricas (Roberts & Manchester 1999).

Artritis aguda supurativa

La artritis aguda, por si misma no representa una enfermedad degenerativa, sino cabe más dentro el concepto de patologías articulares. La inflamación de las rodillas y las articulaciones de la cadera suelen verse afectadas más generalmente por organismos no tuberculares. La *Salmonella typhi* específicamente produce a veces alteraciones articulares sobre todo en las vértebras (Brothwell 1981, White 2000).

Otras formas de atropatías son a) la **atropatía de Charcot**, una enfermedad grave que afecta las articulaciones grandes de las extremidades y también asociada con las treponematosis (ver abajo); b) la **osteocondritis dissecans** o enfermedad de König, que produce alteraciones óseas desconcertantes, es decir lesiones sobresalientes debidas a necrosis avascular producida en el hueso subcondral de una articulación y los subsiguientes cambios degenerativos (secuencia visualizada en figura 26), frecuentemente en la rodilla (Brothwell 1981). Concretamente, en la inspección macroscópica se exhiben agujeros localizados (de 1 hasta 2 cm de longitud y 0,5 cm de profundidad) en la lámina cortical de las epífisis. Otras ubicaciones frecuentes de la osteocondritis dissecans son el cóndilo femoral, el astrágalo y la articulación del codo, mientras se observa poca afección en el hombro, la rotula, el primer metatarsal y la cadera. Generalmente, la condición se observa más frecuente en hombres jóvenes que en mujeres, aunque la cantidad de las mujeres en la posmenopausia aumenta (Aufderheide & Rodríguez-Martín 1998). Hallazgos arqueológicos, que exhiben la osteocondritis dissecans, son conocidos desde Europa (Ortner 2003).

Fig. 26 Secuencia esquemática (A-E) de la osteocondritis dissecans; a) articulación normal; b) separación de una parte ósea y fragmento del cartílago; c) resorpción y línea de debilidad del cartílago; d) formación de partes aislados; e) curación de la lesión con borde liso (por Mann & Hunt 2005)

Byers (2002) mencionó adicionalmente en el contexto de las patologías degenerativas la enfermedad ósea generalizada (“generalizad bone disease”), que se manifiesta en estrías en la superficie cortical de huesos largos, especialmente en la tibia.

Varias de las enfermedades descritas anteriormente no se observan en populaciones contemporáneas, incluso en individuos de nivel socio-económico extremamente bajo. Dentro del análisis antropológico se refiere a varios cambios degenerativos como criterio para la determinación de la edad osteológica, tomando en cuenta la dependencia de dichos criterios del medioambiente.

2.4.2. Enfermedades infecciosas

Generalmente, las enfermedades infecciosas agudas, que en los tiempos pasados causaron numerosas víctimas, no dejan huellas en los esqueletos, porque la respuesta del tejido óseo a la enfermedad es relativamente lenta (Mays 2002, White 2000). Las infecciones del tejido blando o de los huesos son provocadas por microorganismos patógenos que causan una inflamación. Durante el proceso de la inflamación aumenta la circulación sanguínea, acompañado por la migración de líquidos y células sanguíneas en los tejidos rodeados. Generalmente, una inflamación ósea provoca la destrucción de material óseo, la formación nueva o en una combinación de los dos efectos. La presencia de hueso involucro indica en lesiones, con deposición de material óseo nuevo, que la enfermedad era activa en el momento de la muerte; el individuo murió poco después de contraerla . Por otro lado, la presencia de la combinación de hueso involucro y de lámina indica la sobrevivencia del paciente. Solamente huesos remodelados representan una lesión curada (Mays 2002).

En las Américas, las enfermedades infecciosas introducidas y epidemias transmitidas por europeos eran ajenas para la población originaria, y por ello causaron un sinnúmero de muertes. Debido al aislamiento continental, los indígenas no siguieron la selección natural al respecto de las enfermedades comunes en el Viejo Mundo. Su sistema inmunológico no estaba en condiciones de movilizar anticuerpos en contra de los gérmenes nuevos, que significa que los indígenas no estaban inmunológicamente adaptados (Chapman 1982, Krenzer 2000). Las infecciones nuevas con sus gérmenes variables se adaptaron fácilmente al sistema inmunológico de la población indígena, debido a su genoma homogéneo. Dicha homogeneidad resultó del hecho, que el grupo colonizador, que entró al continente por el Estrecho de Bering hace miles de años, se constituyó por relativamente pocos individuos parientes. Entonces, la probabilidad de un virus para encontrarse con el mismo tipo de un cierto complejo principal de compatibilidad histológica se eleva a 32% en indígenas, en comparación con solo 0,5% en la población africana. Por lo tanto, los virus reconocieron los anticuerpos de los indígenas, que simplificó la plaga al próximo huésped (Krenzer 2000).

Las infecciones provocan específicamente a la inflamación de tejidos. Inflamaciones óseas de todos tipos pueden incluirse al término general de la osteítis. Generalmente, las infecciones bacterianas agudas son caracterizadas por formación de maleza,

que se refleja en los huesos a través de abscesos y agujeros de drenaje. Por otro lado, infecciones virales no conllevan la producción de pus, porque los huesos no muestran tales indicios (Schwartz 1995). Principalmente, se distingue la osteítis entre la periostitis y la osteomielitis (Brothwell 1981).

Periostitis

Puede ser consecuencia de un trauma o una infección, que afectó únicamente el periostio (tejido cortical del hueso) y resulta en el engrosamiento limitado del hueso (Brothwell 1981). El hueso afectado por la periostitis exhibe un aspecto poroso y laminoso con porosidad fina y estriación longitudinal (ver figura 27), mientras lesiones curadas aparecen más densas, menos porosas y más esclerosas (gruesas) con formación de hueso nuevo parecido al plaque. Según White (2000), la periostitis no es una enfermedad; puede ser aguda o crónica.

Principalmente, la infección del periostio puede provocar la periostitis primaria, que afecta el hueso de forma localizada con apariencia espesada por la deposición de una capa adicional, y la periostitis secundaria, que ocurre normalmente en conjunto con la osteomielitis (ver abajo) caracterizada por abscesos, el involucrum, secuestrum y cloacas (Schwartz 1995). La periostitis es documentada en material óseo desde el Neolítico (Brothwell 1981). Ortner (2003) además comprobó hallazgos del material arqueológico pos-colombino en las Américas. Los cambios periostales causados por la periostitis fueron también diagnosticados en esqueletos del contexto forense guatemalteco.

Fig. 27 Cambios periostales provocados por la periostitis (por Czarnetzki 1996)

Osteomielitis

La osteomielitis afecta al interno del hueso (esponjoso) y causa hinchazones especialmente en la tibia, el fémur, el húmero, la mandíbula, el pie o las articulaciones grandes de la cintura escapular y pélvica. Las lesiones de la osteomielitis son bien localizadas en los sitios (heridos) delimitados, donde penetran los microorganismos (bacterias *Streptococcus* y/o *Strafilococcus aureus*) por las heridas, tejidos infectados o por el sistema sanguíneo. Las bacterias se extienden por los canales Harversianos en el hueso compacto, produciendo abscesos satélites que pueden formar cloacas. La osteomielitis se manifiesta particularmente en los huesos a través de formación

de involucrum, caracterizado por tejidos óseos espesados, duros (escleróticos) y severamente vascular, así como abscesos y fístulas o cloacas para el drenaje del pus, como expuesta en la figura 28 (Mays 2002, White 2000). En el cráneo, la osteomielitis puede llevar al engrosamiento del área de la sutura sagital con porosidades evidentes (Orschiedt 1996). La osteomielitis puede ser causada por infecciones crónicas (granulomas como tuberculosis, sífilis, yaws o lepra) o por infecciones provocadas por hongos (Schwartz 1995). Generalmente, se observa la alta frecuencia de la osteomielitis en esqueletos subadultos, en los cuales se exhiben una predisposición de individuos masculinos en relación a los femeninos, que se manifiesta en una taza de 3:1. Indicios de la osteomielitis fueron encontrados en populaciones indígenas precolombinas (Ortner 2003). Según Brothwell (1981), la osteomielitis es conocida desde el Neolítico.

Fig. 28 Cambios óseos provocados por la osteomielitis (por Roberts & Manchester 1999)

Treponematosis

Se clasifican las lesiones treponematósicas según Rodríguez Cuenca (2005) en sífilis venérea (lúes o simplemente sífilis), sífilis endémica (bejel, treponarid), yaws (pian, frambesia, épian, bubas) y la pinta (mal de pinto, carate).

La sífilis es una infección causada por una bacteria del género *Treponema*. La única enfermedad que se transmite de forma sexual, por saliva, sangre y congénitamente es la sífilis.

Generalmente, se observan tres etapas de la sífilis, de las cuales en la primera, no hasta tres semanas después la incubación, aparece el efecto primario en los genitales; una nudosidad no dolorosa que rápidamente se ulcera (Mays 2002). La mayoría de las mujeres que la padecen no la reconocen, porque los síntomas aparecen en el cuello uterino. El patógeno de la sífilis, la espiroqueta *Treponema pallidum* provoca, que el efecto primario se convierte en una llaga circular u ovalada de consistencia cartilaginosa con bordes rojos, denominado “chancro sifilítico”. Dos semanas después, en la segunda etapa de la enfermedad, los ganglios linfáticos se afluxionan en su reacción de defensa, un proceso no doloroso, por lo cual los pacientes no se dan cuenta. El chancro desaparece después de seis u ocho semanas, pero la enfermedad

no está curada, sino entra en la segunda fase, en la cual se notan ronchas rosáceas segregadas, que se denominan clavos sifilíticos, ubicados en el tronco, las palmas, plantas, y en la frente. Se observa también caída de cabello, fiebre, dolor en las articulaciones, cefaleas y granos en la boca (*Plaques muqueuse*).

Después del efecto secundario, la sífilis parece disminuir, pero entra verdaderamente en la fase de latencia que puede durar hasta cinco años, antes de ingresar en la tercera fase. Esta fase, de 2 hasta 20 años después de la infección primaria es caracterizada por inflamaciones crónicas dermatológicas y de los órganos internos. Debido a su elasticidad, las úlceras se denominaron “gumma” (nódulos localizados). No todos los enfermos (30-50%) entran a la fase final de la sífilis, llamada parálisis progresiva, en cual la infección ataca al sistema nervioso y provoca trastornos oculares y cardíacos, pérdida de coordinación, descenso de rendimiento, alucinación y megalomanía. Los síntomas comunes son fiebre, dolor y decaimiento corporal hasta la muerte del paciente.

Cambios en los huesos ocurren hasta la tercera etapa, en cual las úlceras u otras inflamaciones crónicas los afectan. La formación de gumma provoca cavidades en la superficie ósea, mientras las inflamaciones crónicas resultan en la osteítis y periostitis con el engrosamiento óseo, especialmente en el frontal, parietal, el esplacnocráneo (ver figura 29) y los huesos largos (Schwartz 1995). Las modificaciones craneales parecen como defectos devorados por gusanos, denominado correctamente la **caries sicca** (Roberts & Manchester 1999).

Ocasionalmente, la lesión sifilítica produce en la tibia un arqueamiento en forma de sable (“saber-shin), que está invariablemente asociada con manifestaciones de la reacción perióstica en la superficie (Rodríguez Cuenca 2005). Esta expresión se han encontrado con alta frecuencia en pacientes indígenas con sífilis congénita (Mann & Hunt 2005). También pueden ocurrir cambios sifilíticos en los otros huesos largos (visualizado en la figura 30), en el esternón y las costillas (Mays 2002, White 2000).

Es difícil distinguir entre la sífilis y la yaws, que ocurre preferentemente en regiones tropicales, tanto en la consideración de las alteraciones óseas como en la identificación de los microorganismos causantes (Brothwell 1981). Pacientes de yaws muestran también periostitis con cavidades, deformaciones de la tibia y del peroné y defectos de las articulaciones. La sífilis endémica afecta en primer lugar la tibia.
Características de la sífilis venérea son osteomielitis y periostitis con cavidades y destrucción de la diploe, infecciones de las articulaciones y la destrucción de la nariz. Niños con sífilis congénita exhiben incisivos de Hutchinson, caracterizados por fisuras o grietas en el eje longitudinal, defectos de los molares con múltiples cúspides y periostitis.

Fig. 29 Secuencia de sífilis en huesos craneales; a) lesiones superficiales y b) sección transversal (modificado, por Brothwell 1981)

Las lesiones descritas (comparar tabla 7) ocurren también en otras enfermedades treponematósicas, por lo cual no siempre se puede distinguirlas con certeza en base a restos óseos (Mays 2002). Adicionalmente, las lesiones individuales son parecidas a las del cáncer, de la tuberculosis y otras infecciones (White 2000).

Fig. 30 Secuencia de sífilis en huesos largos (por Brothwell 1981)

Tabla 7 Características clínicas de las treponematosis (modificado, por Brothwell 1987)

características	sífilis venérea	sífilis endémica	yaws	mal de pinto
fuente habitual de los treponemas	lesiones genitales y de la mucosa	mucosa bucal	piel, cualquier punto	piel, cualquier punto
tamaño de las zonas infecciosas	pequeño	pequeño	grande	grande
duración de: infecciosidad de las distintas lesiones	unos meses	unos meses	unos meses	muchos años
infecciosidad de los pacientes, comprendidas las recaídas infecciosas	3-5 años	3-5 años	3-5 años	muchos años
latencia*	característica	característica	característica	no se da
lesiones inicial, localización	genitales	¿boca?	piel de las piernas	piel descubierta
inicial, incidencia	frecuente	excepcional	frecuente	infrecuente
extensión cutánea generalizada	moderada	limitada	amplia	amplia
genitales, incidencia	frecuente	escasa	escasa	excepcional
mucosa bucal, incidencia	escasa	moderada	escasa o inexistente	no se da
hueso, incidencia	**escasa**	**escasa**	**frecuente**	**inexistente**
corazón, cerebro y otras vísceras, incidencia	moderada	escasa o inexistente	inexistente	inexistente
transmisión congénita	presente	inexistente	inexistente	inexistente
grupo de edad de la mayor parte de las infecciones	adultos	niños	niños	niños

* La latencia en las enfermedades contagiosas es una etapa de su curso en la que existen pruebas de la infección, tales como la serorreactividad, pero no hay lesiones activas detectables clínicamente

"Se ha atribuido el carácter de sifilíticos a muchos huesos americanos, de fecha pre y poscolombina, y no cabe duda que algunos pudieran serlo" (Brothwell, 1981). Pero hasta hoy en día, la pregunta, si la sífilis se originó en América, no está clarificada indudablemente porque se encontraron esqueletos europeos con síntomas sifilíticos definitivos, que datan del siglo XIV (Aufderheide & Rodríguez-Martín 1998, Leven 1997, Mays 2002). La evidencia ósea ha establecido, que las enfermedades treponematósicas

no son importadas por Colón, sino que estaban presentes en Europa antes del año 1493 (Mays 2002). Pero a partir del siglo XV, cuando regresó la flota de Colón desde La Española, la sífilis se extendió y se volvió endémica en Europa. Saliendo desde ahí, los marineros transmitieron la epidemia hasta los lugares más lejanos del Nuevo Mundo, donde se extendió como una explosión. Hasta el año 1905, los investigadores Schaudin y Hoffmann descubrieron la bacteria espiroqueta *Treponema pallidum*. Éste germen de la sífilis se puede tratar con penicilina, elaborada por Sir Alexander Fleming en el año 1944 u otros antibióticos (Krenzer 2000).

Tuberculosis

A nivel mundial, la tuberculosis es la enfermedad infecciosa bacterial crónica más frecuente y amenazante de vida, que se transmite generalmente por el contacto directo con los fluidos procedentes de la nariz y boca de los portadores (Alexander & Raettig 1992, Rodríguez Cuenca 2005, Warrell 1990). Es una de las enfermedades más antiguas que afecta al ser humano. El patógeno común, *Mycobacterium tuberculosis* se presenta a causa de sus paredes celulares, que contienen lípidos, muy resistente a influencias químicas o físicas. Al lado de otros gérmenes atípicos (*M. africanum* y *M. microti*), *Mycobactyerium bovis* es transmitida por la leche de vacas enfermas (Ackerknecht 1963). Según Voigt (1994) no se puede escapar a las bacterias inmóviles que crecen lentamente. Están por todos lados del mundo, dentro los hombres, animales, incluso la tierra. La Organización de Salud Mundial (WHO) comprobó, que una de tres personas está infectada con la *Mycobacterium tuberculosis*, porque la enfermedad se ha vuelto en un caso de emergencia global; alrededor de 20 millones de personas están infectadas, anualmente se agregan ocho millones más, mientras tres millones mueren cada año en consecuencia a la infección con la tuberculosis (Jütte 1997, Krenzer 2000, Loddenkemper 1997).

Desde la infección inicial, cuando entran las bacterias por el sistema respiratorio, pasan cuatro a seis semanas hasta los primeros indicios, mientras los órganos corporales tratan de formar anticuerpos. En el proceso infeccioso avanzado, la tuberculosis provoca la descomposición de los pulmones. Al cuadro clínico se agregan temperatura alta, sudor, cansancio, inapetencia, pérdida de peso y tos irritante, que se convierten en fiebre alta, vómitos, dolor de cabeza, tos de sangre y tubérculos en la piel. El proceso desarrolla lento, con interrupciones en las cuales la víctima cobra nueva esperanza para sufrir después los suplicios de nuevo (Voigt 1997). Una curación de la tuberculosis es extraordinaria, porque después del vencimiento, la infección puede declararse otra vez de nuevo.

En los restos óseos, la tuberculosis se manifiesta en las epífisis de los huesos largos, manos y pies, asimismo en las articulaciones de la cadera y más frecuente en las vértebras (dorsales y lumbares), donde la destrucción de los cuerpos vertebrales, que aparecen en forma de cuña, produce una cifosis (ver figura 31). Usualmente, el número máximo de vértebras involucradas es cuatro. Dicha infección tuberculosa que afecta la espina dorsal se denomina también enfermedad de Pott con signos clínicos parecidos a la osteoporosis. Normalmente, huesos afectados por la tuberculosis no exhiben indicios de regeneración o reparación ósea (Schwartz 1995). Según Ortner

(2003), la afección del sacro es escaso, y las vértebras cervicales casi no exhiben daños provocados por la tuberculosis.

Fig. 31 Afección por la tuberculosis; a) localización de las vértebras afectadas (por Mays 2002); b) destrucción de las vértebras afectadas (por Aufderheide & Rodríguez-Martín 1998)

Para facilitar el diagnóstico, Kelly & El-Najjar (citado en Brothwell 1981) han establecido, que en las lesiones esqueléticas causadas por la tuberculosis se encuentran combinaciones de afecciones de la columna con las costillas, de la columna con costillas y esternón, así como de la columna y la cadera. Rodríguez Cuenca (2005) incluye para el diagnóstico además cambios en el cráneo (ver figura 32), la mandíbula y las costillas.

Fig. 32 Secuencia de la tuberculosis en huesos craneales; a) lesiones superficiales y b) sección transversal (modificado, por Brothwell 1981)

Según el resumen de Ortner & Putschar (1985), la tuberculosis es caracterizada por:

- Proceso lítico con poca (o cero) formación ósea reactiva
- Lesiones en huesos largos, ubicados en la metáfisis o epífisis
- Secuestrum escaso
- Afección de la piel (fístula) adyacente al hueso común
- Perforación de articulaciones infectadas
- Parecido a la osteomielits
- Áreas curadas remodeladas

Principalmente, se observa la pérdida del material óseo en forma de hoyos y la destrucción degenerativa de la superficie cortical en conjunto con la exposición del hueso esponjoso (White 2000). Éstos cambios óseos son parecidos a los que se detecta en la osteomielitis (ver arriba), artritis traumática, artritis reumática, osteítis deformante (enfermedad de Paget, descrita abajo) y osteocondritis (Schwartz 1995).

Tabla 8 muestra la ubicación de la afección ósea principal por la tuberculosis.

Tabla 8 Ubicación de articulaciones afectadas por la tuberculosis (por Aufderheide & Rodríguez-Martín 1998)

articulación	columna	cadera	rodilla	pie	sacroilíaca	hombro
%	43	20	16	7	2	2

codo	muñeca y mano	otras	total
5	4	1	100

Las características de la tuberculosis afectando articulaciones son según Aufderheide & Rodríguez-Martín (1998):

- Deosificación en las regiones de la articulación (osteopenia)
- Erosión marginal de los huesos
- Destrucción del hueso subcondral
- Lesiones destructivas periarticulares de forma ovalada, con bordes pronunciados sin reacción periostal
- Formación del secuestro escaso
- Formación de hueso nuevo escaso
- Afección preferentemente en la metáfisis

Paleopatólogos han detectado en esqueletos neolíticos europeos, así como en momias egipcias de 2.900 años la tuberculosis y desde entonces la enfermedad dejó sus huellas en la historia; en Babilonia, Grecia y Roma, por todas partes costó la vida de sus víctimas (Aufderheide & Rodríguez-Martín 1998, Leven 1997). También, la tuberculosis está documentada en la historia de las Américas a través de momias peruanas, así como esqueletos precolombinos venezolanos y estadounidenses (Brothwell 1981, Ortner 2003). Otras pruebas mesoamericanas de la enfermedad de Pott datan hacia 800 años antes de Cristo (Roberts & Manchester 1999). Sin embargo, en populaciones poscolombinas los efectos destructivos de la tuberculosis son más expresados y frecuentes (Ortner 2003).

Aristóteles reconoció aproximadamente 350 años a. C., que la tuberculosis es de carácter contagioso y debido a la urbanización y mayor densidad de la población se aumentaron las infecciones desde la Edad Media por las circunstancias higiénicas deficientes. Se asume una frecuencia de la tuberculosis hasta 10% en populaciones antiguas. Hasta la mitad del siglo XIX ni siquiera hablaron sobre la naturaleza infecciosa de la enfermedad. En el año 1882, Robert Koch logró aislar el germen denominado bacilo tuberculoso y elaboró una prueba de infección. Gracias a su descubrimiento se reconoció, que dicho patógeno puede provocar varios cuadros clínicos, pero hasta el siglo pasado se ha desarrollado un medicamento contra las bacterias. De los conocimientos sobre la transmisión nació la terapia sanatorial. Varios esqueletos

del contexto forense en Guatemala exhiben lesiones parecidas a los cambios óseos provocados por la tuberculosis, que permiten concluir sobre una posible infección.

Brucelosis

La brucelosis es una infección bacterial que produce secundariamente osteomielitis y espondilitis (artritis supurativa). Conocida como enfermedad mediterránea o fiebre por la leche de cabra, brucelosis puede ser transmitida a los seres humanos por perros, cabras, cerdos y bovinos. Las regiones más afectadas del esqueleto son los cuerpos vertebrales lumbares y la articulación sacro-ilíaca. Generalmente, existen lesiones múltiples que producen cavidades. En las vértebras, las lesiones pueden extenderse por la longitud del centro entero y pasan por el espacio intervertebral hacia el cuerpo adyacente. Las lesiones de carácter lítico o resorptivo también pueden afectar secundariamente la diáfisis de los huesos de las extremidades, asociadas con la periostitis (ver arriba). Se asume, que la expansión de la brucelosis está correlacionada con la domesticación (Schwartz 1995). En América Central, la brucelosis es un problema específico, como en otras partes del mundo (Aufderheide & Rodríguez-Martín 1998).

Lepra

La lepra, o enfermedad de Hanson, fue una de las enfermedades con efectos deformadores más importantes en los tiempos históricos tempranos con primeras pruebas en el Imperio Romano. El patógeno, la *Mycobacterium lepra*, entra y contagia al paciente por la piel. La enfermedad no siempre fue acompañada por alteraciones óseas, por ello, la detección de dichas modificaciones leprosas en el esqueleto sólo proporciona una idea muy vaga de la frecuencia de esta enfermedad entre la población viviente (Brothwell 1981). Se observa la afección leprosa más frecuente en individuos masculinos que en femeninos, expresada por la relación de 2:1 (Ortner 2003).
La prevalencia de la lepra en las Américas precolombinas no está establecida, mientras la incidencia a nivel mundial es de 3 millones de pacientes (Roberts & Manchester 1999).

Las modificaciones más marcadas son la destrucción (osteolisis) del los huesos de la cara (maxilar, palatino, espina nasal) con la consecuencia de la pérdida de los dientes anteriores superiores. Los efectos de la osteomielitis leprosa en el esplacnocráneo son parecidos a las modificaciones provocadas por la yaws y la sífilis, aunque no se observa la afección de la bóveda craneal (Schwartz 1995).

Según Brothwell (1981), los cambios provocados por la lepra en el cráneo son:

- Atrofía específica del tejido óseo alveolar en la región de los incisivos superiores (con o sin pérdida de dientes)
- El palatino puede presentar una pequeña osteítis o pueden aparecer zonas totalmente resorbidas
- La espina nasal anterior puede haber desaparecido o encontrarse severamente reducida, presentándose a veces estas manifestaciones conjuntamente con la atrofia en los márgenes de la abertura piriforme

- Malformaciones dentales, sobre todo en el crecimiento de las raíces (odontodisplasia leprosa)

Aufderheide & Rodríguez-Martín (1998) describieron el síndrome rinomaxilar a través de la

- Atrofia y desaparición de la espina nasal anterior
- Atrofia y recesión del proceso alveolar del maxilar en la región de los incisivos con resultado de la pérdida de las piezas dentales
- Inflamación endonasal, que constituye la base de la condición patológica; puede ocurrir una extensión de la apertura piriforme

Adicionalmente, la lepra está relacionada con la destrucción de los tarsos, metatarsos, carpos, metacarpos y falanges de la mano y del pie. Normalmente, la destrucción inicia en las manos. El proceso resorptivo de los segmentos ocurre en dirección distoproximal, mientras los huesos de los pies son destrozados desde los metatarsos hacia las falanges (Schwartz 1995).

Para el poscráneo, Brothwell (1981) anotó las siguientes alteraciones causadas por la lepra

- Falanges de la mano y del pie presentan un agrandamiento de los agujeros nutricios y una reducción degenerativa del tamaño de diverso grado
- Tibia y peroné pueden presentar surcos vasculares bien marcados, con o sin la presencia de la periostitis en la diáfisis (exostosis subperiostal del peroné)
- Metatarsos y falanges del pie pueden presentar deformidades y destrucción ósea; puede aparecer también un agrandamiento de los agujeros nutricios y alteraciones artríticas secundarias pueden dar origen a la fusión de los huesos (ver figura 33)

En cuando a los huesos largos, las estriaciones longitudinales características resultan de la periostitis subperiostal, estimulada por la lepra (Schwartz 1995).

Fig. 33 Huesos del pie afectado por la lepra (por Mann & Hunt 2005)

Para resumir, la tabla 9 proporciona una idea general de como afectan varias infecciones en relación al sexo del paciente.

Tabla 9 Infecciones en relación a los sexos (según Ortner 2003)

enfermedad infecciosa	relación hombre/mujer
osteomielitis	3:1
sífilis	3:1
sífilis endémica	h<m
yaws	1:1
lepra	2-3:1

2.4.3. Desórdenes metabólicos y circulatorios

Las disfunciones causadas por desórdenes metabólicos pueden resultar en a) una producción ósea excesiva o no adecuada, o b) en la de-osificación excesiva de huesos afectados. Pueden ser causadas por la deficiencia o el exceso de uno o varios componentes de la dieta, o pueden ocurrir con la nutrición adecuada, cuando el cuerpo no puede mantener su metabolismo óseo normal (Mays 2002, White 2000).

Anemias
Según Ortner (2003), las anemias son caracterizadas por un nivel bajo de hierro en las moléculas de hemoglobina o una deficiencia de las mismas. Ésta deficiencia de hierro causa la fractura de las células, que en consecuencia provoca la producción forzada de eritrocitos. Dicha expansión causa el desplazamiento de la diploe por el periostio de la bóveda y a veces del esplacnocráneo. Como resultado de este empuje se

observa la formación de porosidades y ocasionalmente el engrosamiento de la diploe, acompañado de un adelgazamiento de la tabla externa (Rodríguez Cuenca 2005). Anemias son frecuentemente observados durante la etapa de infancia y juventud, y generalmente en mujeres, particularmente durante el embarazo y la lactación (Stuart-Macadam 1989).

Hiperostosis porótica

Las porosidades de la hiperostosis porótica o esponjosa se ubican en primera línea de forma bilateral y simétrico en la tabla externa del occipital, en los parietales cerca de la sutura sagital o en el frontal cerca del bregma (comparar figura 34). Se observan también porosidades del poscráneo en huesos largos y vértebras, que indican malnutrición y/o infestación parasitaria. Frecuentemente, se encuentra el hallazgo patológico en individuos subadultos (Mays 2002, White 2000). Según Grupe et al. (2005) las porosidades de la hiperostosis porótica se ubican cerca de las articulaciones.

Hiperostosis poróticas son conocidas en populaciones esqueletales por todos los continentes desde el Neolítico, asociado con la agricultura, el crecimiento de la población y la forma de vida sedentaria (Stuart-Macadam 1989). Kelley (1989) también documentó la alta frecuencia de hiperostosis poróticas en sitios prehistóricos de indígenas subadultos en los Estados Unidos. Frecuencias altas de la hiperostosis porótica se observaron también en el Perú y otras partes de las Américas (Aufderheide & Rodríguez-Martín 1998, Mann & Hunt 2005). En este contexto, el consumo de maíz es evidente; la nutrición basada en productos de maíz es rica en fósforo y ácido fítico pero bajo en hierro. Ésta constelación reduce la absorción del hierro dentro del sistema biológico y puede producir las porosidades descritas (Trellisó Carreña 1996). Además, Storey (1998) identificó en su estudio con base en material maya de Copan, Honduras, que existe una diferencia en la prevalencia de las hiperostosis poróticas asociada con la posición social, es decir, que la elite copanera presentó significativamente menos defectos anémicos. Las porosidades, particularmente craneales, representan indicios frecuentes en los esqueletos del contexto forense en Guatemala.

Fig. 34 Hiperostosis porótica en un cráneo, vista occipital (por Mann & Hunt 2005)

"Microscópicamente se le identifica por pequeñas perforaciones que penetran la tabla externa y varían en tamaño y distribución; microscópicamente se aprecia un espacio intertrabecular amplio y alargado que penetra en la superficie ósea" (Rodríguez Cuenca 2005, 142). En casos extremos, la hiperostosis porótica puede llevar a osteofitos, depositados en la tabla externa (Trellisó Carreño 1996).

Buikstra & Ubelaker (1994) comprobaron, que radiograficamente las hiperostosis poróticas se distinguen en a) procesos hipertróficos, donde la tabla externa parece esponjosa y espiculada (muestra de "hair on end"), y b) en procesos expansivos, en los cuales la tabla externa parece laminada paralelamente o como piel de cebolla (ver también figura 43).

Cribra orbitaria

La porosidad del techo de la órbita (osteoporosis orbital) es una forma especial de la hiperostosis porótica, provocado por la reducción del material óseo debido a anemias ferropénicas, vitamínicas y/o minerales. La deficiencia de hierro puede ser causada por falta de la nutrición, enfermedades gastro-intestinales o parasitismo intestinal.
En radiografías de la norma lateral sale un incremento del grosor en el techo orbitario, mientras en norma antero-posterior se evidencian modificaciones del borde de la órbita y un incremento de la granulosidad de la tabla externa, que está visualizada en la figura 35 (Rodríguez Cuenca 2005).

Fig. 35 Representación esquemática de los tipos de la cribra orbitaria (A-D); a) tipo porótico con aperturas finas, aisladas y dispersas; b) tipo cribrótico con aperturas mayores, aisladas; c) tipo trabecular con aperturas que producen trabérculas óseas; d) tipo trabercular cerrado con superficie atravesada por surcos y depresiones (modificado, por Brothwell 1981)

Schultz (1988) propuso la siguiente clasificación para describir las expresiones de la cribra orbitaria

Grado I Defectos microporosos aislados
Grado II Techo de la órbita con porosidad, unión de los defectos y poca expresión de formación ósea nueva
Grado III Crecimiento trabercular afuera de la diploe orbitaria

En estudios de Anazasi en indígenas de Arizona y Nuevo México se han detectado un alto porcentaje de cribra orbitaria en subadultos, particularmente en niños menores de 11 años, asociado con el consumo de maíz, que por su mismo incluye poco hierro y además contiene una sustancia, el ácido fítico, que impide la absorción del hierro intestinal. También, las enfermedades diarreicas e infecciones gastrointestinales parecen significantes en el contexto de las hiperostosis poróticas (Mays 2002, Ortner 2003, White 2000). En el contexto forense guatemalteco, las cribras orbitarias ocurren, pero menos frecuentes que las hiperostosis poróticas.

Equivalente a las cribra orbitarias, las **cribras cranii** son lesiones poróticas en el endocráneo (White 2000). Dichas porosidades fueron documentados también en esqueletos del contexto forense en Guatemala.

Raquitismo

Existen descripciones de la patología que datan del siglo XVI, pero se descubrió su causa nutricional hasta los años 1920. El raquitismo es una enfermedad sistémica de la niñez y ocurre más frecuente en niños de uno a tres años de edad, así como durante la pubertad. La patología se presenta a través de la deformación de los huesos (huesos doblados), a causa de la desmineralización y deficiencia de la vitamina D, que regula la mineralización de los colágenos. La vitamina D normalmente se sintetiza en el cuerpo por la radiación solar a través de la piel. Por ello, el raquitis es causada por la falta o exposición no adecuada de la piel al sol y se manifiesta en tejidos óseos blandos, flexibles y livianos (Brothwell 1981, Mays 2002, Stuart-Macadam 1989, White 2002). Ortner (2003) estableció, que los cambios óseos causados por el raquitismo resultan de:

1) Efectos directos de la irregularidad metabólica

2) Deformaciones secundarias, debido a la vulnerabilidad y flexibilidad de los huesos débilmente mineralizados

3) Retrasos del desarrollo

Generalmente, se observa deformaciones óseas hacia antero-posterior o medio-lateral de la tibia, aunque los efectos del raquitismo pueden mostrarse en todo el esqueleto (White 2000). Cabe decir, que las deformaciones óseas solamente se desarrollan, cuando los niños tienen un tono muscular suficientemente potente.
Generalmente, se puede distinguir entre dos formas distintas del raquitismo; por un lado la expresión porótica, expresada por atrofia de los huesos, que son livianos, delgados, con poco tejido esponjoso y particularmente frágiles (fracturas de tallo verde); por otro lado existe la forma hipertrófica o hiperplástica, la cual se caracteriza por huesos gruesos con el tejido cortical poroso. En esta última forma, las fracturas son escasas pero se observan distorsiones de la forma ósea (Stuart-Macadam 1989). El aumento del tamaño óseo se manifiesta, según Shipman et al. (1985) también en las eminencias del frontal y de los parietales.

Brothwell (1981) publicó la siguiente lista de distintos grados del raquitismo:

1) Retraso general de crecimiento óseo
2) Abultamiento del frontal y de los parietales
3) Lividez ósea con textura frágil
4) Arco del palatino puede ser anormalmente elevado
5) Curvatura del fémur hacia delante y hacia fuera; cúbito, radio, tibia y peroné pueden aparecer también curvados (ver figura 36)
6) Pueden producirse rodillas salientes o piernas arqueadas como coxa valga o vara (ver arriba)
7) Asimetría y distorsión del pecho (pecho de paloma) resulta de escoliosis de la columna (ver arriba)
8) Escoliosis, que es la desviación lateral de la columna vertebral (ver arriba)

Fig. 36 Fémures en vista posterior; arriba exhibiendo raquitis o osteomalacia; abajo para la comparación un fémur sin patología (modificado, por Byers 2002)

La correlación entre el raquitismo y el medioambiente es obvia; una vez asociado con la urbanización, el mapa de la distribución del raquitismo es equivalente al mapa de la deficiencia de la luz solar. Por ello, los hallazgos arqueológicos son escasos - pruebas prehistóricas de las Américas no son ratificados -, aunque existen esqueletos neolíticos de Europa del Norte, que exhiben síntomas del raquitismo (Ortner 2003, Stuart-Macadam 1989).

Osteomalacia

Equivalente a la deficiencia de vitamina D descrita en el raquitismo, una insuficiencia de calcio o vitamina D puede causar en individuos adultos la osteomalacia, que se

manifiesta en la remodelación a causa de la desmineralización. Los restos óseos afectados por la osteomalacia aparecen delgados y notablemente ligeros. En las zonas de modificación (áreas de Looser) el callo óseo repara las fisuras (Herrmann et al. 1990). La osteomalacia está vinculada con malnutrición general y particularmente con deficiencias de proteína, grasa, calcio y fósforo y su manifestación ósea se refleja en las costillas, el esternón y la pelvis, que son sujetos expuestos a fracturas patológicas (Brothwell 1981, Ortner 2003, White 2000). Según Shipman et al. (1985) y Ortner (2003), la osteomalacia es una enfermedad que afecta en su mayoría a mujeres, particularmente entre 20 y 40 años de edad con varios embarazos en sucesión rápida.

Debido a la asociación entre sociedades industriales y la prevalencia alta de la osteomalacia, no es sorprendente, que las evidencias óseas en épocas históricas sean raras. Sin embargo existen esqueletos egipcios que muestran síntomas de la osteomalacia (Ortner 2003).

Escorbuto

Escorbuto es una enfermedad metabólica causada por la deficiencia prolongada de vitamina C, que es esencial para la producción de colágeno. En la etapa de niñez se denomina la patología enfermedad de Müller-Barlow (Trellisó-Carreño 1996). El escorbuto se manifiesta usualmente en niños, es tres veces más frecuente en el sexo masculino que en el femenino. El síntoma inicial del escorbuto son hemorragias (Aufderheide & Rodríguez-Martín 1998). La enfermedad se expresa por la reducción cortical y fracturas patológicas en áreas de crecimiento rápido, evidentes en los extremos esternales de las costillas, el extremo distal del fémur, radio y cúbito, así como en ambos extremos de la tibia y del peroné. Los centros de la osificación epifisial exhiben pequeños anillos mineralizados, denominados anillos de Wimberger (Stuart-Macadam 1989, White 2000). Además se observan deposiciones óseas adicionales en la órbita, causadas por hematomas, la pérdida de dientes (periodontitis, ver capítulo 1.5. del tomo VI) y cambios de la estructura del palatino.

Según el estudio de Saul (1972), el escorbuto fue diagnosticado en varios esqueletos del sitio precolombino guatemalteco Altar de Sacrificios. Dichos individuos mostraron la pérdida de piezas dentarias intravital en conjunto con periostitis de las diáfisis de los huesos largos (ver arriba). Una nutrición basada en maíz parece a predisponer al escorbuto (Roberts & Manchester 1999). Sin embargo, la frecuencia del escorbuto en zonas tropicales es baja (Aufderheide & Rodríguez-Martín 1998).

Osteoporosis

La osteoporosis es una enfermedad metabólica, que se expresa en la pérdida de minerales de los huesos (deosificación o reducción de la masa ósea particularmente del hueso esponjoso) en edades avanzadas, llevando consigo la falta de fuerza, mayor vulnerabilidad y por ello un riesgo aumentado de fracturas óseas, especialmente de la cadera y de los antebrazos con la forma específica de la fractura de Colle (ver capítulos 1.2. y 1.4. en este tomo). Se registra la osteoporosis particularmente en mujeres por el cambio hormonal acompañando la menopausia (suspensión del estrógeno).

Los efectos observados en populaciones recientes son un aumento de fracturas en la cadera, la muñeca, los cuerpos vertebrales donde provocan la compresión y deformación de los mismos (ver figura 37) y las costillas, correlacionados con la deficiencia de calcio, consumo de tabaco y talvez la insuficiencia de la vitamina D (Mays 2002, White 2000).

Fig. 37 Secuencia esquemática de la osteoporosis (a-d) en cuerpos vertebrales (modificado, por Adler 1983)

Las deformaciones de la columna vertebral pueden llevar a la cifosis, descrita arriba (Menninger & Waibel 1996). Según Brothwell (1981) se puede detectar hoyos osteoporóticos también en el cráneo, donde aparecen bilateralmente y de forma simétrica en los parietales y con menos frecuencia en el frontal, el occipital y el esplacnocráneo. Figura 38 visualiza el proceso de la pérdida ósea debido a la osteoporosis. Existen varias documentaciones sobre la osteoporosis en esqueletos antiguos, también en populaciones indígenas (Aufderheide & Rodríguez-Martín 1998).

Fig. 38 Pérdida ósea debido a la osteoporosis (modificado, Buikstra & Ubelaker 1994)

Hipervitaminosis A

La hipervitaminosis A representa una enfermedad relativamente escasa, que es provocada por el consumo excesivo de la vitamina A o una deficiencia de enzimas. Resulta en hemorragias masivas subperiostales, que estimulan la osificación irregular de hueso esponjoso en la superficie externa de varios huesos largos, particularmente en el cúbito, en los metatarsos o el cráneo. La enfermedad está documentada por

ejemplo en exploradores del ártico, que comieron gran cantidades de hígado de carnívoros (Klepinger 1992, Shipman et al. 1985). En principio, las lesiones óseas son reversibles, aunque las deformaciones testimonian la enfermedad (Trellisó-Carreño 1996).

Necrosis

Se define la necrosis como muerte local de huesos, provocada por la reducción del flujo sanguíneo, que deja cavidades en las regiones afectadas (Byers 2002). Según Ortner (2003), la falta completa del acceso al oxígeno causa la muerte de las células óseas después de 12 hasta 48 horas. Puede ser una consecuencia de la osteomielitis (descrita arriba), en la cual se producen secuestrum, islas de hueso cortical muerto. A menudo, el secuestrum es rodeado por hueso denso espesado, duro (esclerótico) y severamente vascular, identificado como involucrum. Éste involucrum es producido por el periostio como respuesta a la infección. Otros factores que pueden causar la necrosis son traumas (dislocación), deficiencia de la vitamina D, raquitismo, artritis reumática (ver arriba) o formas del carcinoma metastático (ver abajo). La articulación de la cadera, especialmente el cuello femoral en cual se ubica un sitio de estrés y de trauma potencial, representa la región favorecida de la necrosis (Schwartz 1995). Según Ortner (2003), se estableció la necrosis por primera ves en momias egipcias.

Otro ejemplo de la falta de la alimentación sanguínea es la **enfermedad de Clavé-Legg-Perth**, que afecta la articulación de la cadera en niños, especialmente de bajo estrato socio-económico. Particularmente, la enfermedad afecta la cabeza del fémur, donde deja una necrosis avascular con la epífisis de la cabeza femoral corrida. La enfermedad ocurre más frecuente en individuos masculinos que en femeninos en una relación de 4:1. La enfermedad es escasa en algunos grupos ancestrales, incluyendo a los indígenas, aunque existen hallazgos arqueológicos peruanos que exhiben posiblemente la enfermedad de Clavè-Legg-Perth (Aufderheide & Rodríguez-Martín 1998, Ortner 2003).

La **enfermedad de Osgood-Schlatter**, en la cual se observan modificaciones en la tuberosidad de la tibia, representa una condición posiblemente causada por trauma, produciendo una osteonecrosis (Ortner 2003). La enfermedad está frecuentemente observada en subadultos entre 8 y 15 años con más individuos masculinos afectados que femeninos. Las características de la enfermedad son engrosamiento, superficies irregulares con calcificación, fragmentación y desprendimiento de la tuberosidad de la tibia (Aufderheide & Rodríguez-Martín 1998). Existen especimenes arqueológicos peruanos que exhiben la enfermedad de Osgood-Schlatter (Ortner 2003).

Otros desórdenes circulatorios asociados con la osteonecrosis son la enfermedad de Köhler, afectando el hueso escafoides de los tarsos, la enfermedad de Freiberg, en la cual la necrosis está ubicada en la cabeza de los metatarsos, y la enfermedad de Kienböck, involucrando el semilunar de los carpos (Ortner 2003).

2.4.4. Neoplasmas

El crecimiento celular sin control se define como neoplasma o tumor. Existen tumores benignos, que desarrollan lento y se mantienen localizados, mientras los malignos crecen rápidos y se extienden por otras partes del cuerpo a través de la circulación sanguínea o el sistema linfático; este cáncer, en la mayoría de los casos, amenaza la vida del paciente. Neoplasmas pueden formar hueso nuevo o destruirlo, y en muchas ocasiones se observa una mezcla de los dos procesos. Steinbock (1976) describió alrededor de 40 diferentes tipos de tumores, sin embargo el diagnóstico diferencial con base en restos óseos es limitado (Mays 2002, White 2000).

Quistes
Quistes son tumores primarios benignos, caracterizados por cavidades llenadas por líquidos y compuestos por tejidos conectivos. Existen diferentes tipos de los quistes, que se ubican característicamente en regiones particulares (Ortner 2003).

Osteocondroma
La forma más común de los tumores es el osteocondroma, un tumor benigno y usualmente asintomático, que crece desde la línea epifisial perpendicular hacia el eje longitudinal del hueso, derivado desde el cartílago. Generalmente, se ubican los osteocondromas en la metáfisis de los huesos tubulares. En muchos casos son parecidos a excrecencias óseas y pueden ocurrir en todos huesos poscraneales. Sin embargo, los huesos más afectados son la porción distal del fémur y proximal de la tibia (Schwartz 1995, White 2000).

Otra forma común de los condromas es el **encondroma**, que ocurre dentro de los huesos, frecuentemente en los huesos de la mano. Múltiples encondromas, desarrollados durante la infancia se refieren a la **enfermedad de Ollier** (Schwartz 1995).

Osteoma
Los osteomas de botón cuentan como lesión proliferante y presentan neoplasmas benignos, es decir, que son de crecimiento lento, con densidad aumentada, y se ubican preferiblemente en la tabla externa de la bóveda craneal (ver figura 39). Son estructuras duras, densas, parecidas a marfil y ocurren aproximadamente en 40% de la población mundial con diámetros alrededor de 2 cm (Mann & Hunt 2005). También corresponden a los tumores simples constituidos por el tejido esponjoso interno y por huesos compactos de esta categoría (Brothwell 1981, Byers 2002, Ortner 2003, White 2000). Osteomas son documentados en esqueletos precolombinos de el Perú, entre otros (Aufderheide & Rodríguez-Martín 1998, Ortner 2003).

Fig. 39 Vista frontal de cráneo con a) osteomas benignos y b) vista anterior y vertical de un cráneo con osteosarcoma extendido (modificado, por Brothwell 1981)

Cuando un osteoma se desarrolla en el interior del hueso, se denomina **osteoma osteoídeo**, caracterizado por su centro no osificado. Su existencia, más frecuente en hombres jóvenes que en mujeres con ubicación en los extremos distales de la tibia y del fémur, se establece mediante radiografías (Schwatz 1995).

Osteosarcoma

Tumores malignos, que afectan los huesos son relativamente escasos. Sin embargo, neoplasias malignas pueden crecer hacia adentro o pueden extenderse desde la tabla externa de los huesos como el osteosarcoma presentado en la figura 40 (Brothwell 1981).

Los osteosarcomas son asociados con regiones metafisiales del crecimiento activo. Generalmente, osteosarcomas son intraóseos, y más presentados en la articulación de la rodilla; se presentan dos veces más en hombres que en mujeres. Parecen como lesiones líticas destructivas o crecimiento esclerótico, internamente amorfos con muestras superficiales exóticas. En respuesta a la destrucción ósea, el periostio produce material óseo nuevo alrededor de la lesión. A veces, osteosarcomas crecen en el córtex del hueso (Schwartz 1995).

Aunque el diagnóstico de osteosarcomas en hallazgos arqueológicos es limitado, Aufderheide & Rodríguez-Martín (1998) mencionaron esqueletos afectados que datan hasta el Neolítico. Ortner (2003) documentó además osteosarcomas en hallazgos arqueológicos estadounidenses.

Fig. 40 Secuencia de un neoplasma metastático en huesos craneales; a) lesiones superficiales y b) sección transversal (modificado, por Brothwell 1981)

Condrosarcoma
Otra forma del tumor maligno es el condrosarcoma, producido por el tejido cartilaginoso. Se ubica frecuentemente en la pelvis, en las costillas y en los extremos proximales de los fémures. El tumor crece de forma lenta y puede extenderse ampliamente. Condrosarcomas pueden ocurrir en todas las etapas vitales, aunque se ha observado una frecuencia alta en pacientes entre los 40 y 60 años de edad (Löwen 1996).

Sarcoma de Ewing
El sarcoma de Ewing es otro tumor maligno, que se extiende, saliendo de la médula ósea hasta romper la tabla cortical del hueso. Aparece entre los diez y treinta años en los pacientes y afecta los huesos largos; las metástasis se producen en las etapas tempranas de la enfermedad, que tiene un transcurso corto y grave (Löwen 1996). El sarcoma de Ewing está reconocida desde el Neolítico (Aufderheide & Rodríguez-Martín 1998).

Mieloma múltiple
La patología se caracteriza por la formación de múltiples tumores malignos producidos en la médula ósea. Las lesiones adoptan una forma redondeada, por lo general con diámetro no superior a un centímetro, con agujeros salientes que afectan frecuentemente la columna vertebral, costillas, cráneo, fémures, húmeros y clavículas, donde atacan primero el hueso esponjoso y luego también el hueso compacto. La aparición de mielomas múltiples se limita a individuos mayores de 40 años de edad (Brothwell 1981, White 2000). Según Roberts & Manchester (1999), los mielomas

múltiples fueron común en populaciones indígenas prehistóricas, en las cuales los afectados exhiben lesiones en las regiones predispuestas del cráneo, vértebras, pelvis, omóplato, costillas, esternón y fémur.

Cáncer
El cáncer puede extenderse del tejido blando a los huesos. Las células del tumor migran por el torrente sanguíneo hacia la médula de los huesos, donde se multiplican. Eventualmente sustituyen a la médula y destruyen la diploe o el tejodo esponjoso hasta la tabla externa. El esqueleto axial es afectado más frecuentemente, aunque el fémur, las costillas, el esternón y el húmero pueden verse involucrados (Schwartz 1995). Roberts & Manchester (1999) expresaron, que el cáncer es un fenómeno reciente, asociado con los cambios medioambientales provocados por la industrialización. No obstante, Ortner (2003) informó entre otros sobre cáncer en casos de estadounidenses, que datan del siglo XV o XVI.

2.5. Patologías no clasificadas

Enfermedad de Paget
Es una patología crónica, también conocida como osteítis deformante y se desarrolla en uno o varios huesos con localización común en pelvis, fémur, tibia, la porción inferior de la columna vertebral, costillas y cráneo, donde causa fracturas. Es más frecuente en personas mayores de 40 años de edad con una prevalencia de 10% en hombres y 15% en mujeres. La modificación principal se presenta en el engrosamiento del hueso debido a la sustitución del tejido cortical por tejido esponjoso. Huesos largos pueden combarse, y si la enfermedad afecta el cráneo, se aumenta su grosor considerablemente. Una condensación de material óseo parecido se observa en los huesos de mármol (osteopetrosis), en los cuales la cavidad se llena con hueso compacto (Brothwell 1981, Herrmann et al. 1990). En placas radiográficas y cortes histológicos, el hueso exhibe una muestra de mosaico (Roberts & Manchester 1999). Aufderheide & Rodríguez-Martín (1998) documentaron los primeros hallazgos de la enfermedad de Paget en el Neolítico. También se observaron la patología en esqueletos mayas de Belice. Ortner (2003) adicionalmente informó sobre hallazgos prehistóricos estadounidenses.

Líneas de Harris
Una interrupción del crecimiento, provocada por factores como infecciones, traumas o malnutrición puede dejar huellas en los huesos largos, conocidas como líneas de Harris. Se pueden observar dichas líneas, equivalentes a las hipoplasias dentales transversales (consultar capítulo 1.5. en tomo VI), en placas radiográficas o en secciones transversales de los restos óseos en el área de las metáfisis, paralelas a las líneas de la fusión en la epífisis. Las líneas indican los cambios en el aumento y la falta de la densidad ósea, representando un desequilibrio del sustento durante el desarrollo. Estrictamente, las líneas representan las épocas de la de recuperación ósea. Con el tiempo, las líneas pierden evidencia y son remodeladas cerca de 10 años después (Herrmann et al. 1990, White 2000).

2.6. Aplicaciones innovadoras

En restos orgánicos como huesos con buena conservación se puede detectar substancias propias. Hoy en día, los expertos microbiólogos se enfocan en el análisis molecular del ADN, que puede servir para dar indicios sobre enfermedades infecciosas. Así ya se han detectado patógenos por ejemplo de la malaria y de la peste, pero hasta ahora fracasó la prueba biológica molecular de la sífilis.

2.7. Diagnóstico de enfermedades en el esqueleto

“Aun cuando la frecuencia de algunas de estas enfermedades sea francamente baja, el examen de los esqueletos para detectar señales de anomalía no debe descuidarse. Es más, conviene que, en los informes, se reserve un espacio suficiente a este aspecto” (Brothwell 1981, 184). Debido a la variabilidad de factores causantes, Schwartz (1995) comprobó, que el diagnóstico de enfermedades basado en restos óseos humanos puede ser inexacto y subjetivo.

Definitivamente, una anomalía ósea no necesariamente refleja una patología; el antropólogo debe distinguir entre expresiones morfológicas extremas del esqueleto, características inidividualizantes como las características epigenéticas (ver capítulo 5. en tomo V) y procesos tafonómicos (ver capítulo 1 del tomo VII) que han cambiado el aspecto de los huesos. En el caso de las cavidades u hoyos causados por factores tafonómicos (por ejemplo erosión), los huesos muestran bordes más irregulares, mientras cavidades que resultaron de enfermedades exhiben hasta ciertos grados bordes remodelados.

Por ello, el diagnóstico de la causas de las patologías no siempre es posible; sin embargo, el antropólogo cuenta normalmente con el esqueleto completo, que facilita su tarea.

Una vez establecido, que los cambios óseos fueron resultados de una enfermedad, el osteólogo sigue hacia su hipótesis con la descripción detallada de las modificaciones en forma, densidad y estructura del material óseo (Rothschild 1992). Al contrario del diagnóstico clínico, donde se entrevista al paciente y se toman datos bioquímicos, fisiológicos, citológicos y histológicos, el diagnóstico paleopatológico se delimita en el análisis de los restos óseos humanos (Herrmann et al. 1990).

El examen visual de los huesos y una documentación escrita y mediante fotografías son pasos indispensables de este análisis, que permite la clasificación de la enfermedad detectada. El diagnóstico está basado en la comparación del caso bajo estudio con la referencia de modificaciones óseas provocadas por patologías conocidas en casos modernos o recientes. Cuando las lesiones son características y distintas de otras enfermedades, se asume que fueron provocadas por la misma patología, tomando en cuenta, que la enfermedad no ha cambiado durante el transcurso del tiempo. A parte de la descripción de los cambios óseos se aplican análisis radiográficos, microscópicos,

químicos, inmunológicos y de la ADN (Herrmann et al. 1990, Mays 2002). Generalmente, el antropólogo debe que tratar su hipótesis sobre la paleopatología con reserva.

Buikstra & Ubelaker (1994) propusieron en los estándares los requisitos mínimos para documentar las paleopatologías de forma homogénea. Otra propuesta sencilla fue publicado por Novell (2000), resumida en la tabla 10.

Tabla 10 Recomendación para la documentación de lesiones (Novell 2000)

identidad del hueso	sección del hueso	ubicación	distribución
nombre	epífisis proximal	superior	discreta
anatómico propio	epífisis distal	inferior	multifocal
	superficie articular proximal	ambos superior e inferior	difusa
	superficie articular distal	medial	
	ambas superficies articulares	Lateral	
	tercio proximal de la diáfisis	ambos medial y lateral	
	tercio medio de la diáfisis	Posterior	
	tercio distal de la diáfisis	Anterior	
	2/3 proximal de la diáfisis	ambos posterior y	
	2/3 distal de la diáfisis	circunferencial	
	diáfisis entera		

Para facilitar el diagnóstico macroscópico con base en restos óseos, Herrmann et al. (1990) compusieron de forma sistemática varias reacciones periostales (ver figura 41 con descripción en tabla 11).

Fig. 41 Indicios diagnósticos de las de reacciones periostales; para la descripción, ver tabla 11 (Herrmann et al. 1990)

Tabla 11 Indicios diagnósticos de las reacciones periostales

categoría	apariencia del periostio	indicio diagnóstico
A	hinchazón linear, superficie rozada de forma óvalo	fracturas curadas, inflamación, sífilis
B	hinchazón linear de amplias superficies rozadas	inflamación, sífilis, escorbuto
C	ondulado, irregular con líneas débiles	inflamación, sífilis, osteomielitis
D	porosidad fina, deposiciones espaciales extendidas	escorbuto, raquitis, anemia
E	porosidad fina, esponjosa, deposiciones irregulares	osteomielitis, sífilis
F	porosidad fina, deposición baja y localizada	raquitis, tuberculosis, meningitis

Las reacciones óseas de la resorción están visualizadas en figura 42. La siguiente figura 43 exhibe varios procesos de la formación ósea.

Fig. 42 Variaciones en el borde de lesiones resorbidas; a) con reacción esclerótica; b) margen definido, sin esclerosis; c) poca definición del margen (Buikstra & Ubelaker 1994)

Fig. 43 Formas variadas de la formación de la tabla externa (Buikstra & Ubelaker 1994)

Al final, el producto de una enfermedad representa mucho más que solo un efecto separado, sino una interacción compleja de la fisiología individual y hábitos del paciente en su ámbito socio-cultural, determinado por factores medioambientales (Stuart-Macadam 1989).

Bibliografía

Ackerknecht EH (1963) Geschichte und Geographie der wichtigsten Krankheiten. Enke, Stuttgart

Adler CP (1983) Knochenkrankheiten. Diagnostik makroskopischer, histologischer und radiologischer Strukturveränderungen des Skeletts. G Thieme Verlag, Stuttgart, New York

Alexander M, H Raettig (1992) Infektionskrankheiten. Epidemiologie - Klinik - Immunprophylaxe. 4. Auflage, Thieme, Stuttgart, New York

Anderson T (2000) Congenital conditions and neoplastic disease in British palaeopathology. En M Cox & S Mays (eds) Human Osteology in archeological and forensic science. Greenwich Medical Media Ltd. London, 199-226

Angel LJ & P C Caldwell (1984) Death by strangulation. A forensic anthropological case from Wilmington, Delaware. En TA Rathburn & JE Buikstra (eds) Human identification. Case studies in forensic anthropology. CC Thomas Publishers, Springfield, Illinois, 168-175

Aufderheide AC & C Rodriguez-Martin (1998) The Cambridge encyclopedia of human palaeopathology. Cambridge University Press, Cambridge, 19-50

Barach E, Tomlanovich M & R Novak (1986a) Ballistics: A pathophysiologic examination of wounding mechanisms of firearms. Part 1. Journal of Traumata 26 (3): 225 -235

Barach E, Tomlanovich M & R Novak (1986b) Ballistics: A pathophysiologic examination of wounding mechanisms of firearms. Part 2. Journal of Traumata 26 (4): 374 -383

Bell L & K Piper (2000) An introduction to palaeohistopathology. En M Cox & S Mays (eds) Human Osteology in archeological and forensic science. Greenwich Medical Media Ltd. London, 255-274

Berryman HE & SJ Haun (1996) Applying forensic techniques to interpret cranial fracture patterns in archaeological specimen. International Journal of Osteoarchaeology 6: 2-9

Berryman HE, Smith OC & SA Symes (1995) Diameter of cranial gunshot wounds as a function of bullet caliber. Journal of Forensic Sciences 40: 751-754

Berryman HE & SA Symes (1998) Recognizing gunshot and blunt cranial trauma through fracture interpretation. En KJ Reichs (ed) Forensic osteology. Advances in identification of human remains. CC Thomas Publisher, Springfield, Illinois, 333-352

Bolystom A (2000) Evidence for weapon-related trauma in British archaeological sample. En M Cox & S Mays (eds) Human Osteology in archeological and forensic science. Greenwich Medical Media Ltd. London, 357-380

Brickley M (2000) The diagnosis of metabolic disease in archaeological bone. En M Cox & S Mays (eds) Human Osteology in archeological and forensic science. Greenwich Medical Media Ltd. London, 183-198

Brothwell DR (1987) Desenterrando huesos. La excavación, tratamiento y estudio de restos del esqueleto humano. Fondo de Cultura Económica, México

Brothwell DR (1981) Digging up bones. The excavacion, treatment and study of human skeletal remains. 3rd ed. Cornell University Press, Ithaca, New York

Brothwell DR & AT Sandison (Hg 1967) Diseases in antiquity. CC Thomas Publisher, Springfield

Buikstra JE & D Ubelaker (1994) Standards for data collection from human skeletal remains. Arkensas Archeological Survey Research Series No. 44, 106-123

Burke TW, & WF Rowe (1992) Bullet ricochet: A comprehensive review. American Journal of Physical Anthropology 37: 1254-1260

Byers SN (2001) Introduction to forensic anthropology. Allyn and Bacon, 254-326

Chapman A (1982) Drama and power in a hunting society. The Selk'nam of Tierra del Fuego. Cambridge University Press, Cambridge

Cox M & S Mays (eds 2000) Human osteology in archaeology and forensic science. Greenwich Medical Media, London

Crawford Adams J & DL Hamblen (1999) Outline of fractures including joint injuries. 11th ed. Churchill Livingstone, Edinburgh, New York, Sydney

Czarnetzki A (ed 1996) Stumme Zeugen ihrer Leiden. Paläopathologische Befunde. Attempto Verlag, Tübingen

DiMaio VJM (1985) Gunshot wounds: Practical aspects of firearms, ballistics, and forensic taphonomy. Elsevier, New York

Dixon DS (1982) Keyhole lesions of gunshot wounds to the skull and direction of fire. Journal of Forensic Sciences 27: 555-566

Downs JCU, Nichols CA, Scala-Barnett D & BD Lifschultz (1994) Handling and interpretation of crossbow inquiries. Journal of Forensic Sciences 39 (2): 428 -445

Ewald PW (1997) Die Evolution der Virulenz. Spektrum der Wissenschaft. Dossier: Seuchen (3): 28-35

Freeth C (2000) Dental health in British antiquity. En M Cox & S Mays (eds) Human Osteology in archeological and forensic science. Greenwich Medical Media Ltd. London, 227-239

Galloway A (ed 1999) Broken bones. Anthropological analysis of blunt force trauma. CC Thomas Publishers, Springfield, Illinois

Geldhauser M, Guckenhan S & R Heudorfer (1996) Hiebverletzungen und Trepanationen. En A Czarnetzki (ed) Stumme Zeugen ihrer Leiden, Atempto Verlag, Tuebingen, 183-205

Gernaey A & D Minnikin (2000) Chemical methods in palaeopathology. En M Cox & S Mays (eds) Human Osteology in archeological and forensic science. Greenwich Medical Media Ltd. London, 239-254

Grauer AL & P Stuart-Macadam (1998) Sex and gender in paleopathological perspective. Cambridge University Press, Cambridge

Grupe G, Christiansen K, Schröder I y U Wittwer-Backofen (2005) Anthropologie. Ein einführendes Lehrbuch. Springer Verlag, Berlin, New Cork

Gruspier KL (1999) Pathological changes on human skeletal remains: Before, during or after ? En Fairgrieve SI (ed) Forensic osteological analysis. A book of case studies. CC Thomas Publishers, Springfield, Illinois, 199-225

Herrmann B, Grupe G, Hummel S, Piepenbrink H & H Schutkowski (1990) Prähistorische Anthropologie. Leitfaden der Feld- und Labormethoden. Spriger-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York

Horvath F, Gardner K & Siegel J (1993) Range of fire estimates from shotgun pellet patterns: the effect of shell and barrel temperature. Journal of Forensic Sciences 38: 585-592

Houck MH (1998) Skeletal trauma and the individualization of knife marks in bone. En KJ Reichs (ed) Forensic osteology. Advances in identification of human remains. CC Thomas Publisher, Springfield, Illinois, 410-424

Huelke DF & JH Darling (1964) Bone fractures produced by bullets. Journal of Forensic Sciences 9 (4) 461-469

Jarcho S (ed 1966) Human Palaeopathology. Yale Univ. Press, New Heaven, London

Jütte R (1997) Seuchen im Spiegel der Geschichte. Spektrum der Wissenschaft. Dossier: Seuchen (3): 6-13

Kelley MA (1989) Infectious disease. En MY Iscan & KAR Kennedy (eds) Reconstruction of life from the skeleton. Alan R Liss, Inc, New York, Singapore, 191-199

Klepinger LL (1992) Innovative approaches to the study of past human health an subsistence strategies. En S Saunders & MA Katzenberg (eds 1992) Skeletal biology of past peoples: Research methods. Wiley-Liss, New York, 121-130

Krenzer U (2000) Tierra del Fuego: Zum Schicksal der Fuerland-Indianer. En A Kemkes-Grottenthaler & W Henke (eds) Pein und Plagen. Edition Archaea

Lambert HP & WE Farrar (1984) Farbatlas der Infektionskrankheiten. Thieme, Stuttgart, New York

Leatherman T (1998) Gender differences in health and illness among rural populations in Latin America. En A Grauer & P Stuart-Macadam (eds) Sex and gender in paleopathological perspective. Cambridge University Press, Cambridge, 114-132

Leven KH (1997) Die Geschichte der Infektionskrankheiten. Von der Antike bis ins 20. Jahrhundert. ecomed, Landsberg/Lech.

Lewis M (2000) Non-adult palaeopathology: Current status and future potential. En M Cox & S Mays (eds) Human Osteology in archeological and forensic science. Greenwich Medical Media Ltd. London, 39-57

Loddenkemper R (1997) Tuberkulose-ein immer noch drängendes Problem. Spektrum der Wissenschaft. Dossier: Seuchen (3): 106-107

Löwen H (1996) En A Czarnetzj (ed) Stumme Zeugen ihrer Leiden. Paläopathologische Befunde. Attempto Verlag, Tübingen, 133-137

Lovell NC (2000) Paleopathological description and diagnosis. En MA Katzenberg & SR Saunders (eds) Biological anthropology of the human skeleton. Wiley-Liss, New York, Chichester, 217-247

Mann RW & SP Murphy (1990) Regional atlas of bone disease. A guide to pathologic and normal variation in the human skeleton. CC Thomas Publisher, Springfield, Illinois

Mann RW & DR Hunt (2005) Photographic Atlas of bone disease. A guide to pathological and normal variation in the human skeleton. CC Thomas Publishers, Springfield, Illinois

Maples WR (1984) The identifying pathology. En TA Rathburn & JE Buikstra (eds) Human identification. Case studies in forensic anthropology. CC Thomas Publishers, Springfield, Illinois, 363-370

Mays S (2002) The archaeology of human bones. Routledge, London, New York

Menninger M & O Waibel (1996) Spondylopathien. En A Czarnetzj A (ed) Stumme Zeugen ihrer Leiden. Paläopathologische Befunde. Attempto Verlag, Tübingen, 7-11

Merbs CF (1989) Trauma. En Iscan MY & KAR Kennedy (eds) Reconstruction of life from the skeleton. Alan R. Liss, New York, 161-191

Merbs CF (1992) A New World of infectious disease. Yearbook of Physical Anthropology 35: 3-42

Oldstone MBA (2002) Virus, pestes e historia. Fondo de Cultura Económica, México

Orschiedt L (1996) Infektionskrankheiten. En A Czarnetzj A (ed) Stumme Zeugen ihrer Leiden. Paläopathologische Befunde. Attempto Verlag, Tübingen, 65-68

Ortner DJ (2003) Identification of pathological conditions in human skeletal remains.2nd edicion. Academic Press, Amsterdam, Boston

Ortner DJ & WGJ Putschar (1981) Identification of pathological conditions in human skeletal remains. Smithsonian Contributions to Anthropology 28, Smithsonian Institution Press, Washington DC

Parsons V (1987) Farbatlas der Knochenerkrankungen. Schlütersche Verlagsanstalt und Druckerei, Hannover

Penados L & U Krenzer (2005) Antropología Forense. Segunda parte. Curso de especialización en medicina legal y ciencias forenses. Modulo II, Ciencias Forenses. Universidad de San Carlos, Guatemala

Pollanen MS (1999) Forensic osteology of strangulation. En Fairgrieve SI (ed) Forensic osteological analysis. A book of case studies. CC Thomas Publishers, Springfield, Illinois, 183-198

Pollanen MS & DS Chiasson (1996) Fracture of the hyoid bone in strangulation: A comparison of fractured and unfractured hyoids from victims of strangulation. Journal of Forensic Sciences 41: 110-113

Pollanen MS, Bulgar B & DS Chiasson (1995) The location of hyoid fractures in strangulation revealed by xeroradiography. Journal of Forensic Sciences 40: 303-305

Por M (1996) Frakturen. En A Czarnetzki (ed) Stumme Zeugen ihrer Leiden, Atempto Verlag, Tuebingen, 159-182

Reichs KJ (1998) Postmortem dismemberment: Recovery, analysis and interpretation. En KJ Reichs (ed) Forensic osteology. Advances in identification of human remains. CC Thomas Publisher, Springfield, Illinois, 353-388

Rhine S & BK Curren (1990) Multiple gunshot wounds of the head: An anthropological view. Journal of Forensic Sciences 35: 1236-1245

Roberts C (2000a) Trauma in biocultural perspective: Past, present and future. En M Cox & S Mays (eds) Human Osteology in archeological and forensic science. Greenwich Medical Media Ltd. London, 337-357

Roberts C (2000b) Infectious disease in biocultural perspective: Past, present and future. En M Cox & S Mays (eds) Human Osteology in archeological and forensic science. Greenwich Medical Media Ltd. London, 145-163

Roberts C & K Manchester (1999) The archaeology of disease. Cornell University Press, Ithaca, New York

Rodríguez Cuenca JV (2005) Pueblos, rituals y condiciones de vida prehispánica en el Valle del Cauca. Universidad de Colombia, Bogotá

Rogers J (2000) The palaeopathology of joint disease. En M Cox & S Mays (eds) Human Osteology in archeological and forensic science. Greenwich Medical Media Ltd. London, 163-182

Rothschild BM (1992) Advances in detecting disease in earlier human populations. En S Saunders & MA Katzenberg (eds 1992) Skeletal biology of past peoples: Research methods. Wiley-Liss, New York, 131-151

Ross AH (1996) Caliber estimation from cranial entrance defect measurements. Journal of Forensic Sciences 41: 629-633

Sauer NJ (1984) Manner of death: Skeletal evidence of blunt and sharp instrument wounds. En TA Rathburn & JE Buikstra (eds) Human identification. Case studies in forensic anthropology. CC Thomas Publishers, Springfield, Illinois, 176-184

Sauer NJ (1998) The timing of inquiries and manner after death: Distinguishing among antemortem, perimortem and postmortem trauma. En KJ Reichs (ed) Forensic osteology. Advances in identification of human remains. CC Thomas Publisher, Springfield, Illinois, 321-332

Saul F (1972) The human skeletal remains of Altar de Sacrificios. Papers of the Peabody Museum of Archaeology and Ethnolgy 63(2) 3-75

Schadewaldt H (Hg 1994) Die Rückkehr der Seuchen. Ist die Medizin machtlos? vgs, Köln

Schultz M (1988) Paläopathologische Diagnostik. En R Knussmann (ed) Anthropologie. Handbuch der vergleichenden Biologie de Menschen Band I/1. G. Fischer, Stuttgart, New York, 480-496

Schwartz JJ (1995) Skeleton keys. An introduction to human skeletal morphology, development, and analysis. Oxford University Press, Oxford, New York

Sellier KG & BP Kneubuchl (1994) Wound ballistic and the scientific background. Elsevier Verlag

Shipman P. Walker A & D Bichell (1985) The human skeleton. Harvard University Press, Cambridge, London

Smith OC, Berryman HE & CH Lahern (1987) Cranial fracture patterns and estimate of direction from low velocity gunshot wounds. Journal of Forensic Sciences 32: 1416-1421

Snow CC, Gatliff BP & KR Mc Willams (1970) Reconstruction of facial feature from the skull: An evaluation of its usefulness in forensic anthropology. Amer. Jour. Phys. Anthr. 33(2): 221-28

Spencer Larsen C (2003) Bioarchaeology. Interpreting bahavior from the human skeleton. Cambridge University Press, Cambridge

Steinbock RT (1976) Palaeopathological diagnosis and interpretations. CC Thomas, Springfield, Illinois

Stewart TD (1966) Some problems in human paleopathology. En S Jarcho (ed) Human paleopathology. University Press, New Haven, Yale, 43-55

Storey R (1998) The mothers and daughters of a patrilineal civilization: the health of females among the Late Classic Maya of Capan, Honduras. En A Grauer & P Stuart-Macadam (eds) Sex and gender in paleopathological perspective. Cambridge University Press, Cambridge, 133-148

Stuart-Macadam PL (1989) Nutritional deficiency diseases: A survey of Scurvy, Rickets, and Iron-deficiency Anemia. En MY Iscan & KAR Kennedy (1989 eds) Reconstruction of life from the skeleton. Alan R Liss, Inc, New York, Singapore, 201-222

Symes SA. Berryman HE & OC Smith (1998) Saw marks in bone: Introduction and estimation of residual kerf contour. En KJ Reichs (ed) Forensic osteology. Advances in identification of human remains. CC Thomas Publisher, Springfield, Illinois, 389-409

Symes SA, Williams JA, Murray EA, Hoffmann JM, Holland TD, Saul JM, Saul FP & EJ Pope (2002) Taphonomic context of sharp-force trauma in suspected cases of human mutilation and dismemberment. WD Haglund & MH Sorg (eds) Advances in forensic taphonomy: method theory, and archaeological perspectives. CRC Press, 403-434

Tamayo RP (1998) El concepto de enfermedad: Su evolución a través la historia I y II. Fondo de Cultura Económica, Mexico

Trellisó-Carreño L (1996) Ernährungsbedingte Krankheiten. En A Czarnetzj (ed) Stumme Zeugen ihrer Leiden. Paläopathologische Befunde. Attempto Verlag, Tübingen, 91-96

Turkel SP (1989) Congenital Abnormalities in skeletal populations. En MY Iscan & KAR Kennedy (eds) Reconstruction of life from the skeleton. Alan R Liss, Inc, New York, Singapore, 109-127

Ubelaker DH (1992) Hyoid fracture and strangulation. Journal of Forensic Sciences 37: 1216-1222

Ubelaker DH (1999) Human skeletal remains. Excavation, analysis, interpretation. 3rd edition. Manuals on Archeology 2, Taraxacum, Washington

Vargas Alvarado E (1980) Medicina legal. 2nd edición, Lehmann Editores, San Jose, Costa Rica

Velazquez T (1963) Anatomia patologica. La Prensa Medica Mexicana, Mexico

Voigt J (1994) Tuberkulose. In Schadewaldt H (Hg), Die Rückkehr der Seuchen. Ist die Medizin machtlos? vgs, Köln

Wahl J (2001) Traces of traumatic lesions in prehistoric skeletal remains. En Oehmichen M & G Geserick (2001 eds) Osteologische Identifikation und Altersschaetzung. Research en legal medicine, Vol. 26, Schmidt-Roemhild, Luebeck 221-240

Warrell DA (ed 1990) Infektionskrankheiten. edition medizin, VCH, Weinheim.

White TD (2000) Human osteology. 2nd ed. Academic Press, San Diego, New York, Tokyo

Wood CS (1979) Human sickness and health. A biocultural view. Mayfield Publishing Company, Mayfield

Zimmerman MR & MA Kelley (1982) Atlas of human paleopathology. Praeger Pub. Text

Homines, cum docent, discunt

COMPENDIO DE MÉTODOS ANTROPOLÓGICO FORENSES

Tomo I	Osteometría
Tomo II	Métodos para la determinación del sexo
Tomo III	Estimación de la edad osteológica en adultos
Tomo IV	Estimación de la edad osteológica en subadultos
Tomo V	Características individualizantes
Tomo VI	Antropología dental
Tomo VII	Cambios posmortem
Tomo VIII	Traumas y paleopatología

ISBN 99922-859-8-2
9 789992 285985

ded
Deutscher
Entwicklungsdienst

Visite nuestro sitio en internet
http://www.cafcaguatemala.org

COMPENDIO DE MÉTODOS ANTROPOLÓGICO FORENSES

Tomo I	Osteometría
Tomo II	Métodos para la determinación del sexo
Tomo III	Estimación de la edad osteológica en adultos
Tomo IV	Estimación de la edad osteológica en subadultos
Tomo V	Características individualizantes
Tomo VI	Antropología dental
Tomo VII	Cambios posmortem
Tomo VIII	Traumas y paleopatología